



---

# **DIPLOMARBEIT**

---

Jürgen Richter

**Optimierung der Rüstkosten  
unter Berücksichtigung der  
vom Markt geforderten Ferti-  
gungslosgröße in der Direkt-  
presserei .**

Mittweida, 2012

Fakultät Wirtschaftswissenschaften

## **DIPLOMARBEIT**

# **Optimierung der Rüstkosten unter Berücksichtigung der vom Markt geforderten Ferti- gungslosgröße in der Direkt- presserei**

Autor:  
**Jürgen Richter**

Studiengang:  
**Wirtschaftsingenieurwesen**

Seminargruppe:  
**KW08s2GA**

Erstprüfer:  
**Prof. Dipl.-Kfm. Dr. rer. oec. Johannes N. Stelling**

Zweitprüfer:  
**Dr. Ronald Weißenbacher**

Einreichung:  
**Mittweida, 16.07.2012**

Verteidigung/Bewertung:  
**Mittweida, 2012**

**Bibliografische Beschreibung:**

Jürgen Richter:

Rüstkostenoptimierung im Hinblick auf die geforderten Losgrößen des Marktes. – 2012.

Mittweida, Hochschule Mittweida, Fakultät Wirtschaftswissenschaften, Diplomarbeit, 2012

**Referat:**

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Rüstkostenoptimierung angelehnt an die geforderte Fertigungslosgröße des Kunden.

Die Ausgangslage stellt sich wie folgt dar, vom Kunden werden Aufträge in immer kleineren Losgrößen abgerufen. Diese Veränderung stellt eine neue Herausforderung an die Produktion. Dabei steht der Kostenaspekt im Vordergrund.

Das Hauptziel dieser Arbeit sollte ein Leitfaden zur Optimierung der Rüstkosten und deren Überwachung geben. Dabei muss die Marktsituation mit in betracht gezogen werden.



# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>V</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>VII</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>IX</b>
<b>1 Das Unternehmen BOEHLERIT .....</b>	<b>11</b>
1.1 <i>Boehlerit</i> .....	12
1.2 <i>Standorte</i> .....	13
1.3 <i>Produktionsprozesse</i> .....	14
1.3.1 Granulaterzeugung.....	15
1.3.2 Handformgebung.....	16
1.3.3 Direktpressen.....	17
1.3.4 Strangpressen.....	19
1.3.5 Sintern.....	20
1.3.6 Schleiferei .....	21
<b>2 Rüstkosten.....</b>	<b>23</b>
2.1 <i>Rüstkosten</i> .....	24
2.2 <i>Zusammensetzung der Rüstkosten</i> .....	26
<b>3 Optimale Losgrößen .....</b>	<b>28</b>
3.1 <i>Definition von Losgrößen</i> .....	29
3.2 <i>Verfahren zur Ermittlung der optimalen Losgrößen</i> .....	30
3.2.1 Optimale Losgröße nach Andler .....	30
3.2.2 Losgrößenberechnung nach Wagner und Whitin.....	32
<b>4 Verbrauchsanalyse .....</b>	<b>34</b>
4.1 <i>Möglichkeiten der Verbrauchsanalyse</i> .....	34
4.1.1 ABC – Analyse .....	36
4.1.2 XYZ – Analyse .....	38
4.1.3 ABC – XYZ – Analyse .....	39
<b>5 Rahmenbedingungen für die Rüstzeitoptimierrung.....</b>	<b>41</b>
<b>6 Erfassung der Rüstkosten und des Prozesses .....</b>	<b>43</b>

6.1	<i>Zusammensetzung der Rüstkosten in der Direktpresserei .....</i>	43
6.2	<i>Erfassung des Rüstprozesses.....</i>	47
6.2.1	<i>Weg – Analyse .....</i>	49
6.2.2	<i>Dokumentation der Rüstabfolge.....</i>	51
6.3	<i>Optimierung der Rüstzeit und Rüstabfolge.....</i>	53
6.3.1	<i>Rüstprozess neu aufsetzen.....</i>	53
6.3.2	<i>Arbeitsplatz umgestalten .....</i>	55
6.3.3	<i>Rüstprozess erproben und implementieren.....</i>	58
<b>7</b>	<b>Erfassen der vom Markt geforderten Losgröße .....</b>	<b>61</b>
7.1	<i>ABC – Analyse von den in den letzten 12 Monaten gefertigten Fertigungsaufträgen.....</i>	61
<b>8</b>	<b>Ermittlung der Losgröße in Abstimmung auf die neuen Rüstkosten.....</b>	<b>63</b>
8.1	<i>Rahmenbedingungen zur Umsetzung der neuen Losgröße .....</i>	63
8.2	<i>Ergebnis.....</i>	65
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>67</b>
<b>10</b>	<b>Ausblick.....</b>	<b>69</b>
	<b>Literatur.....</b>	<b>71</b>
	<b>Anlagen .....</b>	<b>73</b>
	<b>Anlagen, Kalkulationsmatrix mit der alten Rüstzeitvorgabe .....</b>	<b>1</b>
	<b>Anlagen, SMED Rüstprozessschritte .....</b>	<b>2</b>
	<b>Anlagen, Datentabelle Fertigungsaufträge .....</b>	<b>3</b>
	<b>Anlagen, Grafik Rüstabfolge.....</b>	<b>4</b>
	<b>Anlagen, Kalkulationsmatrix mit neuer Rüstzeitvorgabe .....</b>	<b>5</b>
	<b>Anlagen, Datentabelle Soll-Istvergleich Rüstzeiten .....</b>	<b>6</b>
	<b>Selbstständigkeitserklärung .....</b>	<b>7</b>

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Produzierende Standorte des Unternehmens .....	13
Abbildung 2: Produktionsfließschema Boehlerit.....	14
Abbildung 3: Foto Sprühturm Boehlerit.....	15
Abbildung 4: Symbolfoto einer ISO/Mono statischen Presse .....	16
Abbildung 5: Temperatur- Zeitdiagramm eines Vorsinterzyklus.....	17
Abbildung 6: Darstellung eines Presswerkzeuges .....	17
Abbildung 7: Metallpulverpresse der Fa. Fette .....	18
Abbildung 8: Knetmaschine zur Granulatvorbereitung.....	19
Abbildung 9: Strangpresse Produktion Fa. Boehlerit .....	19
Abbildung 10: Temperaturkurve eines Sinterzykluses Fa. Boehlerit .....	20
Abbildung 11: Umfangschleifmaschine der Fa. Agathon .....	21
Abbildung 12: Wirkungskette Quelle „Subbly Chain Technologies“ .....	23
Abbildung 13: Wechselwirkung Lagerkosten zu Rüstkosten.....	24
Abbildung 14: Kosten in Abhängigkeit der Losgröße .....	27
Abbildung 15: Beispiel Vorlesung Logistik .....	32
Abbildung 16: Beispiel Vorlesung Logistik .....	33
Abbildung 17: Beispiel Vorlesung Logistik .....	33
Abbildung 18: Quelle Skript Prof. Köbern timer.....	34
Abbildung 19: 3x3 Matrix Vorlesung Prof. Köbern timer.....	35
Abbildung 20: Quelle, Vorlesung Logistik Prof. Köbern timer.....	37

Abbildung 21: 3x3 Matrix aus der Vorlesung Prof. Köbernik.....	39
Abbildung 22: Matrix Rüstzeiten Produktionszeiten im Direktpressprozess.....	42
Abbildung 23: Eigenkosten Kostenstelle Direktpresserei.....	45
Abbildung 24: Umlagekosten aus dem BAB.....	46
Abbildung 25: Grafische Darstellung der SMED-Steps.....	47
Abbildung 26: Layout Direktpresserei inkl. Aufzeichnungen .....	50
Abbildung 27: Auszug der Dokumentation des Rüstprozesserfassung.....	52
Abbildung 28: Zeitdiagramm des Rüstprozess .....	52
Abbildung 29: SMED – Steps.....	53
Abbildung 30: Zeitdiagramm Rüstprozess neu.....	54
Abbildung 31: 5S Regelkreis Boehlerit .....	56
Abbildung 32: Werkzeuglade vor 5S und nach 5S .....	56
Abbildung 33: Maschinenpatenschaft.....	57
Abbildung 34: Geänderte Rüstzeitvorgabematrix .....	59
Abbildung 35: Auszug Kennzahl Soll-IST-Vergleich .....	60
Abbildung 36: Lorenzkurve ABC Analyse.....	62
Abbildung 37: Grafische Darstellung der Situation .....	64



# Abkürzungsverzeichnis

<b>%</b>	Prozent
<b>AG</b>	Aktiengesellschaft
<b>GmbH</b>	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
<b>&amp;</b>	und
<b>KIP</b>	Hartmetallpressverfahren
<b>°C</b>	Grad Celsius
<b>ca.</b>	zirka
<b>mm</b>	Millimeter
<b>Fa.</b>	Firma
<b>kN</b>	Kilonewton
<b>HIP</b>	heißisostatisches Pressen
<b>bzw.</b>	beziehungsweise
<b>BDE</b>	Betriebsdatenerfassung
<b>BAB</b>	Betriebsableitungsbogen
<b>SMED</b>	Singl Minute Exchange of Die
<b>5S</b>	Ordnung und Sauberkeit am Arbeitsplatz
<b>usw.</b>	und so weiter
<b>REFA</b>	Zeiterfassungsstudie
<b>F&amp;E</b>	Forschung und Entwicklung
<b>SAP</b>	ERP – System “Enterprise Resource Planning”



# 1 Das Unternehmen BOEHLERIT

Boehlerit ist ein österreichischer Hartmetallerzeuger der seine Geschäftszweige in den Bereichen Metall,- Kunststoff- und Holzbearbeitung findet. Diese teilen sich wiederum in zwei Hauptgruppen:

## ➤ **Zerspanung**

- Rotierende Werkzeuge
- Stehende Werkzeuge
- Hütte (Schwerzerspanung)
- Automotive Werkzeuge (Kurbelwellenbearbeitung)

## ➤ **Spanlose Formgebung**

- Konstruktionsteile
- Verschleißteile
- Stäbe
- Holzbearbeitung
- Rohlinge
- Präzisionswerkzeuge

## 1.1 Boehlerit

Die Marke BOEHLERIT wurde im Jahr 1932 in Düsseldorf (Deutschland) ins Leben gerufen. Nach dem zweiten Weltkrieg wurde 1950 eine Fertigung in Kapfenberg aufgebaut. Diese wurde 1982 zu 100% eine Tochtergesellschaft der BÖHLER AG. Nach wirtschaftlich sehr schwierigen und intensiven Zeiten hat der Leitz Firmenverband (Deutschland) die BOEHLERIT Gruppe von der BÖHLER AG übernommen.

Im Jahr 2002 entstand die LEITZ Holding, darunter die Leitz GmbH & LMT. Beide Firmenverbände sind im Privatbesitz. Die Firmenverbände bestanden aus sechs selbständigen Unternehmen die sich auf die Erzeugung von Präzisionswerkzeugen für die Metall-, Kunststoff- und Holzbearbeitung spezialisierten. Durch den Aufbau einer neuen Pulverfertigung und eines neuen modernen Technologiezentrums 2007 wurde der Standort Kapfenberg weiter aufgewertet.

Der letzte große Milestone wurde 2009 mit der heutigen Gliederung der Leitz Holding gelegt. Dadurch entstanden wieder einzelne Unternehmen die in der Eigentümerfamilie aufgeteilt wurden. Boehlerit, Bilz und Leitz bleiben in der Eigentümerfamilie Brucklacher, sind aber getrennt wirtschaftende Unternehmen.

## 1.2 Standorte

Der Hauptstandort der BOEHLERIT Gruppe ist in Kapfenberg mit rund fünfhundert Mitarbeitern. Dieser wurde im Jahr 1950 eröffnet und wurde bis dato immer wieder erweitert und ausgebaut.

Der erste produzierende Tochter wurde 1967 in Istanbul (Türkei) gegründet – „Böhler Sert Maden“. Die Fertigung in der Türkei beinhaltet außer der Granulaterzeugung alle Schritte (pressen, sintern und schleifen) zur Wendeschneidplattenerzeugung.

Im Jahre 1993 wurde die Fertigung in Barcelona (Spanien) gegründet und mit der Eröffnung einer Hartmetallfertigung für Sonderformteile in Oberkochen (Deutschland) 1997 wurde die BOEHLERIT Gruppe komplettiert.



Abbildung 1: Produzierende Standorte des Unternehmens

## 1.3 Produktionsprozesse

Einen Überblick über die Produktionsprozesse von Boehlerit gibt das folgende Fließschema.

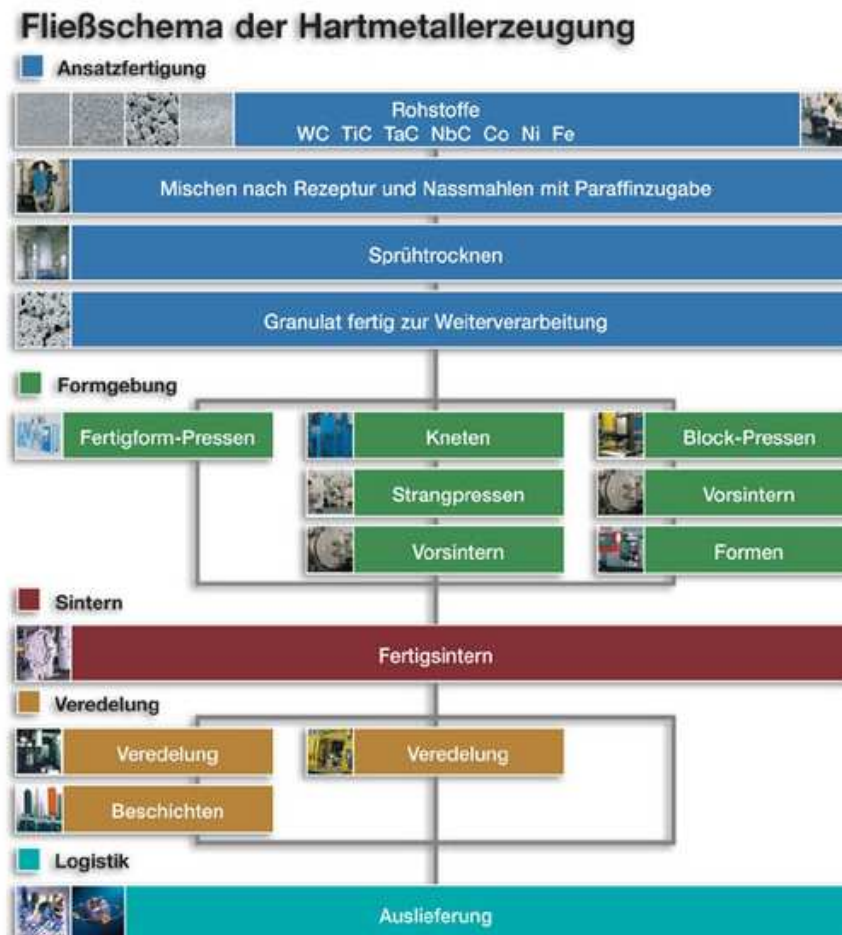


Abbildung 2: Produktionsfließschema Boehlerit

### 1.3.1 Granulaterzeugung

Die Granulaterzeugung erfolgt ausschließlich im Standort Kapfenberg. Im Jahr 2011 wurden 960 Tonnen Hartmetallpulver in mehr als 180 verschiedenen Zusammensetzungen produziert und in den darauf folgenden Produktionsschritten weiterverarbeitet und veredelt.

Die Hartmetallerzeugung selbst erfolgt über ein paraffiniertes und granuliertes Hartmetallpulver, das aus den Ausgangsstoffen Kobalt, Wolfram-, Tantal-, Titan-, Chrom-, Vanadiumcarbid, Nickel und Eisen besteht. Die Korngröße der Einsatzrohstoffe liegt bei 0,4 bis 9,5µm. Die einzelnen Komponenten werden gewogen und in Attritoren eingefüllt. In den Attritoren werden mit Hilfe von Hartmetallkugeln die einzelnen Einsatzstoffe unter Zusatz von Alkohol als Mahlmedium homogenisiert. Nach kurzer Zeit wird der Suspension noch Paraffin beigemengt. Nach Abschluss des Mahlvorganges wird die Suspension in einem Sprühturm versprüht.

Im Sprühtrockenverfahren wird die Suspension mittels Versprühpumpe unter Hochdruck in die Trockenkammer mit zirkulierender Stickstoff- Heißgasvorlage eingesprüht. Dadurch wird der Feststoffanteil gebunden und im trockenen kugelförmigen Zustand in Form eines Granulates abgegeben.



**Abbildung 3: Foto Sprühturm Boehlerit**

### 1.3.2 Handformgebung

Das Granulat wird mittels KIP in Form gebracht. Diese Teile werden vorgesintert und können mittels Diamantwerkzeugen wirtschaftlich bearbeitet werden. Die Arbeitsschritte in diesem Zustand werden Grünlingsbearbeitung genannt. In dieser Bearbeitungsstufe kann das Hartmetallpulver durch Drehen, Fräsen, Schleifen, Bohren und dergleichen bearbeitet werden.

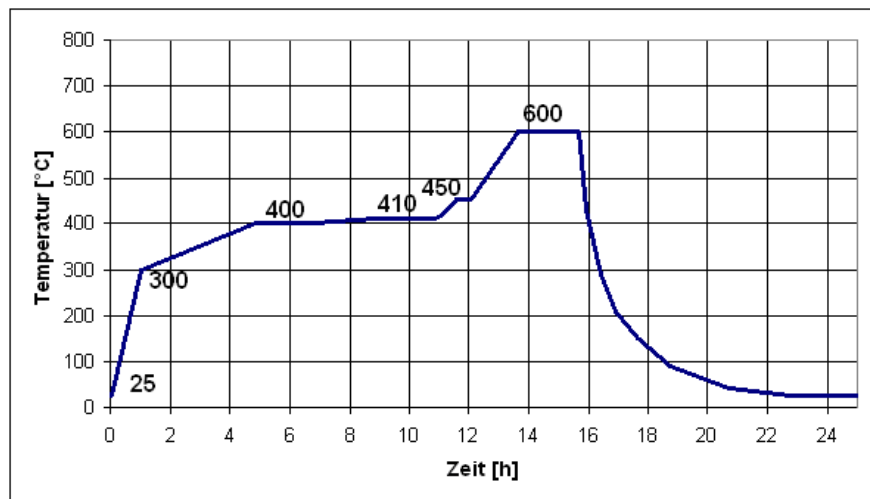
Die Vorverdichtung wird durch einen isostatischen Pressvorgang erreicht. Wie der Name bereits sagt, wirkt der Pressdruck von 1000 – 3000 bar allseitig auf den Pressling aufgebaut.



**Abbildung 4: Symbolfoto einer ISO/Mono statischen Presse**

Weiters wird nach diesem Bearbeitungsschritt der Granulatblock zum Erhalt einer Grundfestigkeit (kreideartiger Zustand) in einem Ofen unter 600 °C vorgesintert. Dieser Vorgang dauert ca. 24 Stunden. Dabei wird das für den Pressvorgang benötigte Paraffin ausgetrieben.





**Abbildung 5: Temperatur- Zeitdiagramm eines Vorsinterzyklus**

### 1.3.3 Direktpressen

Das Direktpressen auch Trockenpressvorgang genannt hat sich als Standardformgebungsverfahren für die Hartmetallfertigung entwickelt. Bei dieser Form der Granulatverpressung wird mittels eines Presserwerkzeuges, das aus min. drei Komponenten besteht, ein kreideartiger Rohteil erzeugt.

Das Presswerkzeug besteht in jedem Fall aus einer Matrize, einem Unterstempel und einem Oberstempel. Die Abbildung 6 zeigt ein Presswerkzeug im geschnittenen Zustand.



**Abbildung 6: Darstellung eines Presswerkzeuges**

Durch einen Füllschuh wird das Granulat in die Matrize mit dem positionierten Unterstempel gefüllt. Nach Füllung der Matrize mit einer genau definierten Füllmenge taucht der Oberstempel in die Matrize ein und verpresst das gefüllte Pulver zu einem kreideartigen Rohling. Dieser wird nach Aufbringen einer Presskraft zwischen 2 und 50 Tonnen durch den Unterstempel aus der Matrize nach oben geschoben. Der Rohling wird durch einen Abnahmeroboter auf Sinterplatten zur Weiterverarbeitung positioniert.

Bei diesem Prozessschritt werden vorwiegend Wendeschneidplatten mit sehr hohen Form- Toleranzanforderungen gefertigt. Diese liegen bei ca.  $\pm 0.025\text{mm}$  bei 12mm im gesinterten Zustand.

Wendeschneidplatten die durch diesen Prozessschritt gefertigt werden, werden in der Stahl-, Kunststoff- und Holzindustrie zur zerspanenden Bearbeitung eingesetzt.

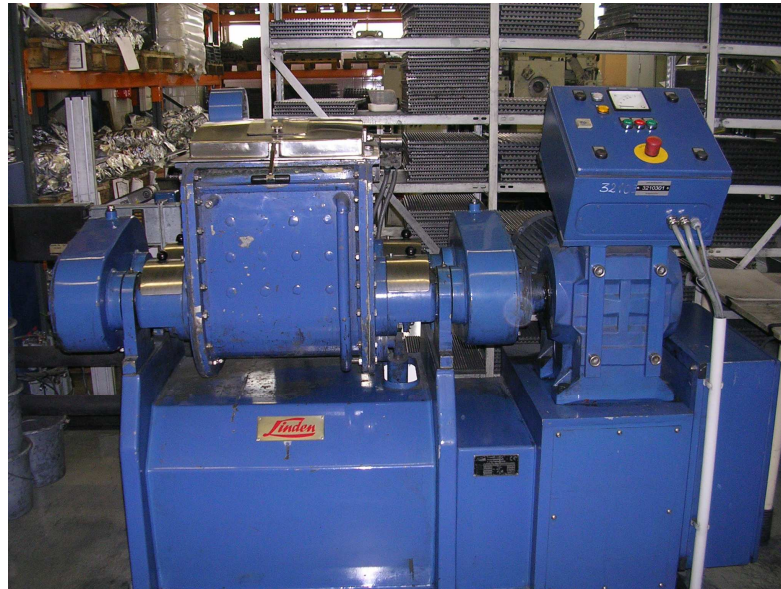
Folgende Darstellung zeigt eine moderne Metallpulverpresse der Fa. Fette mit einer Presskraft von 120 kN. Die Abnahme der Teile erfolgt mit einer Linearautomatisierung der Fa. Roboworker.



**Abbildung 7: Metallpulverpresse der Fa. Fette**

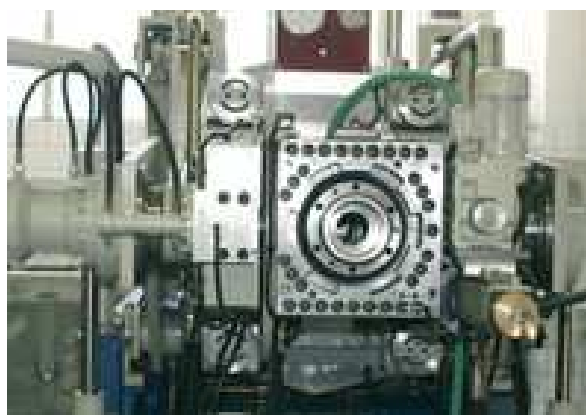
### 1.3.4 Strangpressen

Eine weitere Fertigungsmethode stellt das Strangpressverfahren dar. Bei diesem Arbeitsschritt wird das Granulat durch Kneten mittels Knetarmen unter Zugabe von organischen Polymeren zu einem plastischen Feedstock vorbereitet.



**Abbildung 8: Knetmaschine zur Granulatvorbereitung**

Nach dem Knetvorgang wird das plastische Feedstock mittels hydraulisch getriebenen Schnecken- oder Kolbenstangenpressen in Form gebracht. Durch diesen Bearbeitungsschritt können Stäbe, Rohre und Leisten in unterschiedlicher Ausprägung erzeugt werden.



**Abbildung 9: Strangpresse Produktion Fa. Boehlerit**

Der Pressvorgang selbst wird durch das Verschieben des Presskolbens in Richtung Pressdüse realisiert. Dadurch wird der aufbereitete plastische Feedstock durch die Pressdüse in die gewünschte Form gebracht. Die Rohlinge werden danach entbindert und gegebenenfalls im grünen Zustand bearbeitet und anschließend gesintert.

### 1.3.5 Sintern

Den typisch metallischen Charakter erhalten die Werkstücke durch den Sinterprozess. Dieser erfolgt unter kontrollierter Gasatmosphäre bei Temperaturen von 1350°C – 1500°C sowie unter Druck von bis zu 100 bar in der Sinter-HIP-Anlage.

Der Sinterprozess ist ein hochtechnologischer Fertigungsprozessschritt in der Hartmetallfertigung. Folgende Temperaturkurve zeigt einen Sinterzyklus der Fa. Boehlerit.

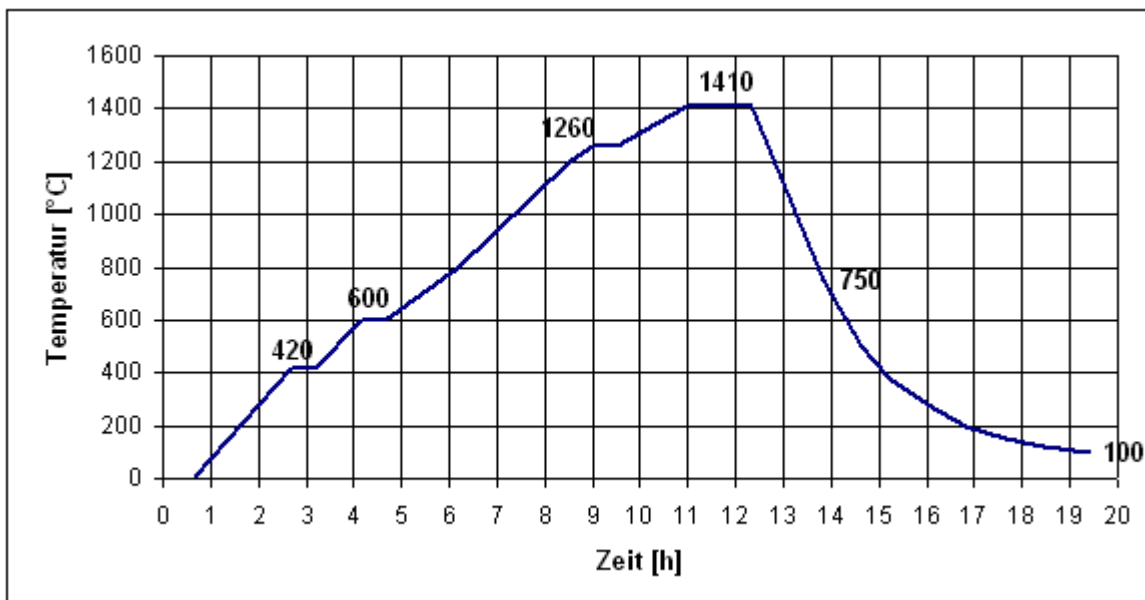


Abbildung 10: Temperaturkurve eines Sinterzykluses Fa. Boehlerit

Nach dem Sinterprozess hat das Hartmetall seinen voll ausgeprägten Charakter. Weitere Veredelungsschritte sind nun auf Grund der hohen Härte kostenintensiv und erfolgen zu- meist in Form von Schleifprozessen mittels gebundenen Diamantschleifscheiben.

### 1.3.6 Schleiferei

Der Schleifprozess ist die Veredelung in der Hartmetallindustrie. Die gesinterten Hartmetallrohlinge werden dabei unter Einhaltung kundenspezifischer Zeichnungs- und Oberflächenanforderungen finalisiert.

Mittels sehr komplexen und hoch technologischen Mehrachsschleifmaschinen können sehr enge Toleranzen und feinste Oberflächenbilder erreicht werden. Dabei werden Schneidstoffe mit kunstharz- bzw. keramischgebundene Diamant- bzw. CBN-Schleifscheiben eingesetzt.

Nachfolgende Abbildung zeigt eine fünf Achs Schleifmaschine der Fa. Agathon mit Automatisierung.



Abbildung 11: Umfangschleifmaschine der Fa. Agathon





## 2 Rüstkosten

Zwischen den Bereichen Produktion und Logistik steht immer der Kostenaspekt im Vordergrund. Um das Umlaufvermögen so gering als möglich halten zu können, ist die Kostenpolitik in einem Unternehmen ein wichtiges und zentrales Thema. Die Forderung der Produktion sind große Stückzahlen um den Rüstanteil so gering als möglich zu halten. Wobei die Logistik die Lagerkostenminimierung und das Umlaufvermögen als oberste Priorität sieht. Beide Forderungen sind gegenläufig und stehen somit in einer Wechselbeziehung zueinander. Wechselbeziehungen treten in jeder Prozesskette auf, diese können sowohl positive als auch negative Auswirkungen gegenüber einem Nachfolgeprozess haben.

Die folgende Grafik zeigt die Beziehung einzelner Prozesse zueinander und deren Wechselwirkung.

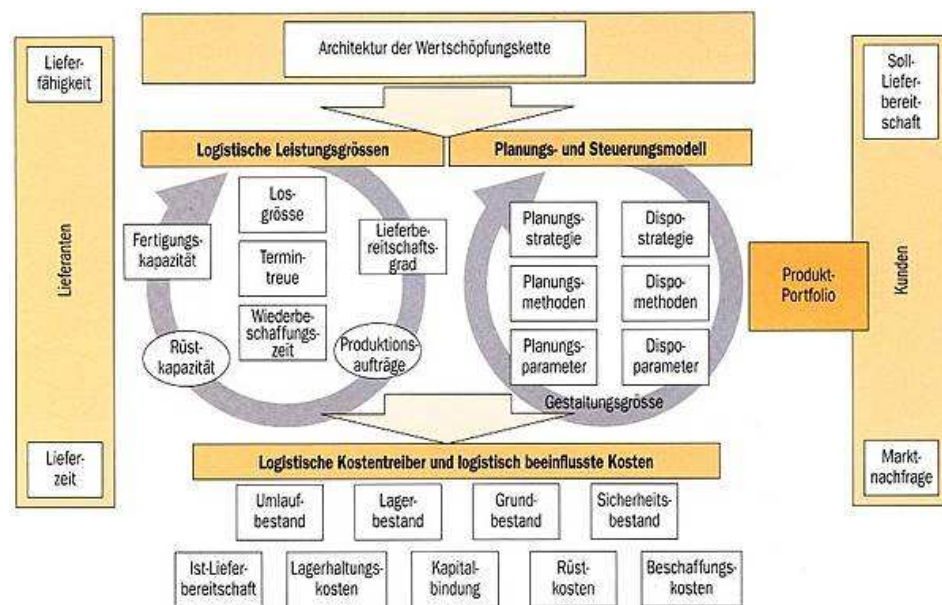


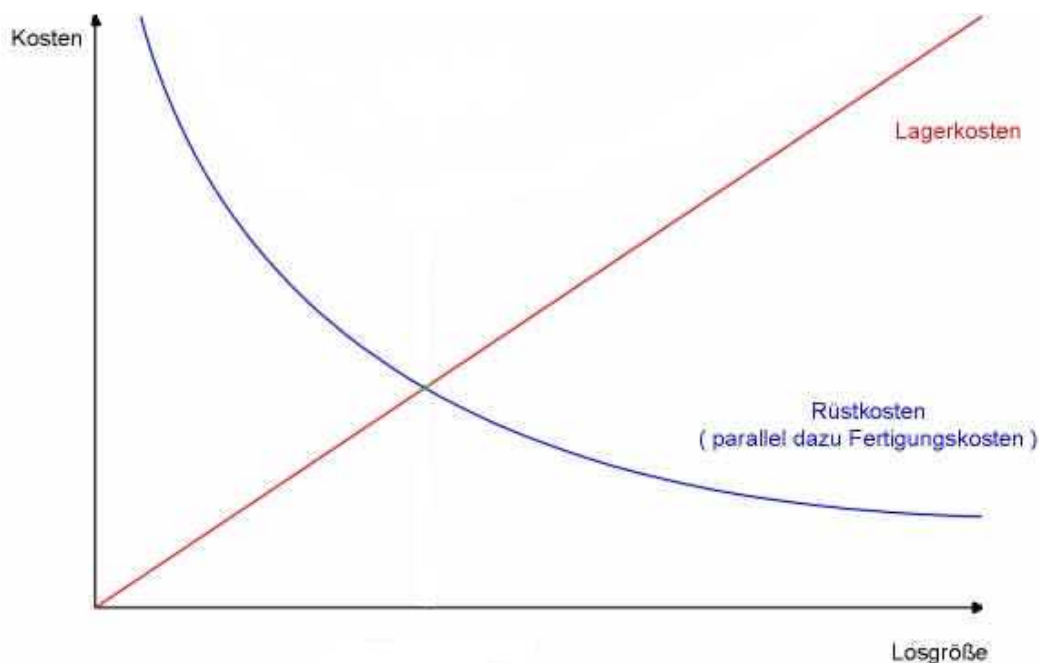
Abbildung 12: Wirkungskette Quelle „Subbly Chain Technologies“

## 2.1 Rüstkosten

Rüstkosten entstehen nicht ausschließlich bei Rüstoperationen während des Stillstandes der Anlage, sondern auch bei vorbereitenden Rüsttätigkeiten wie der Hilfsmittelvorbereitung oder bei nachbereitenden Rüsttätigkeiten wie dem Rückbuchen von Werkzeugen oder dem Einlagern nicht mehr benötigter Arbeitsmittel. Ferner ist daraus abzuleiten, dass der Anlagenstillstand bei jedem Rüstprozess so kurz als möglich gehalten werden sollte. Denn jede Minute die nicht produziert wird, führt indirekt zu auflaufenden Kosten.

Die Bedeutung der Rüstkosten spiegelt sich in der Losgröße eines Auftrages wider. Den mit zunehmender Losgröße verringert sich der prozentuelle Rüstanteil eines Fertigungsloses. Was einen Konflikt mit der Logistik hervorruft.

Die Logistik ist immer bestrebt die Lagerhaltungskosten und das Umlaufvermögen möglichst gering zu halten. Aus dieser Situation heraus entsteht eine Wechselbeziehung zwischen Rüst- und Lagerhaltungskosten die in folgender Grafik dargestellt wird.



**Abbildung 13: Wechselwirkung Lagerkosten zu Rüstkosten**



**Materialbereitstellung:** Eine bedarfszeitgenaue Lieferung zur jeweiligen Verbrauchsperiode vermeidet Lagerkosten, verursacht jedoch aufgrund der großen Anzahl an Fertigungslosen höhere Rüstkosten[1].

**Vorratshaltung:** Eine vorzeitige Bestellung von Periodenbedarfen verursacht Lagerhaltungskosten, reduziert jedoch die Anzahl der Bestellungen[1].

## Lagerkosten

Lagerkosten stehen meist im direkten Zusammenhang mit der Losgröße. Je größer die Fertigungslose, umso höher der Lagerbestand. Viel eingelagertes Material ergibt hohe Lagerkosten.

Höhe der Kapitalbindung und damit der Lagerhaltungskosten hängt von der Größe der Bestellmenge ab[2].

Lagerbestandskosten sind das Produkt aus mittlerem Lagerbestand, durchschnittlicher Lagerzeit und dem Lagerkostensatz. Der Lagerkostensatz berechnet sich durch Multiplikation des Wertes des eingelagerten Materials pro Stück mal einem kalkulatorischen Zinssatz[3].

Rüst- und Lagerkosten lassen sich aus folgender Formel ableiten.

$$k(Q) = c_h \frac{Q}{2} T + c_s \frac{Td}{Q}$$

$k(Q)$	Gesamtkosten in der Periode T in Abhängigkeit der Losgröße Q
$Q$	Losgröße bzw. Bestellmenge
$c_h$	Lagerbestandskosten pro Mengeneinheit und Zeiteinheit(Lagerkostensatz)
$c_s$	Einmalige Bestellkosten bzw. Rüstkosten
$T$	Betrachtete Zeitperiode
$d$	Verbrauchsrate

## 2.2 Zusammensetzung der Rüstkosten

Rüstkosten setzen sich aus folgenden Faktoren zusammen. Kosten aus Anlagenbuchwert, Personal- und Materialkosten, Maschinenstillstandszeit, Energiekosten und den sogenannten Umlagekosten eines Unternehmens. All diese Kosten ergeben einen Stundensatz der im direkten Zusammenhang mit den Rüstkosten steht.

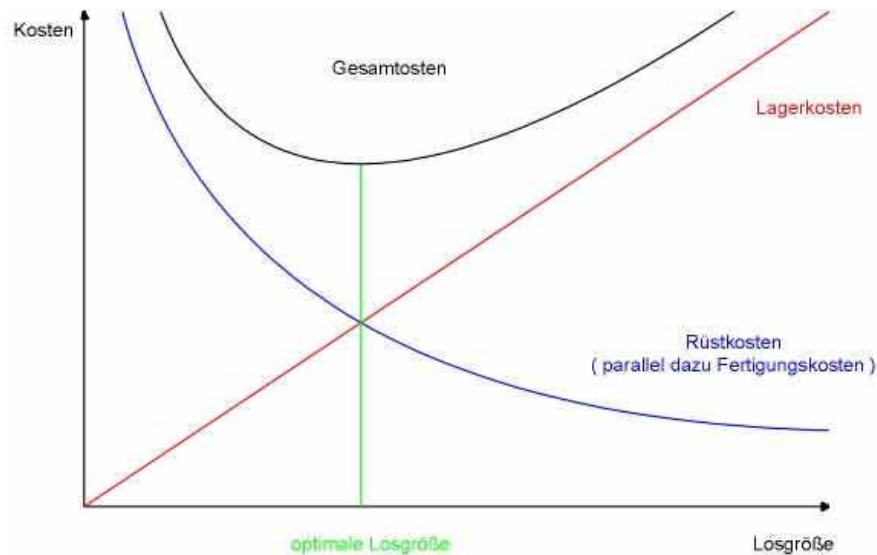
Die gesamten Rüstkosten sind das Produkt Rüstkosten pro Rüstung bzw. Bestellkosten pro Bestellung mal Anzahl der Lose bzw. Bestellungen. Die Anzahl der notwendigen Lose bzw. Bestellungen ergibt sich durch den gesamten Verbrauch während der Periode dividiert durch die Losgröße[3]

Folgende Formel zeigt die Ermittlung der Rüstkosten je Periode.

$$K_{R,ges} = \frac{x_{ges}}{x} * k_r$$

$K_{R,ges}$	Rüstkosten je Periode
$x_{ges}$	Gesamtstückzahl je Periode
$x$	Losgröße
$k_r$	Kosten je Rüstvorgang

Die gesamten Lager- und Rüstkosten steigen mit der Wurzel der Verbrauchsrate, mit der Wurzel des Lagerkostensatzes und der Wurzel der einmaligen Rüstkosten. Nachstehende Grafik visualisiert die Kosten in Abhängigkeit und die Gleichgewichtsbeziehung[3].



**Abbildung 14: Kosten in Abhängigkeit der Losgröße**

Die Kosten je Rüstvorgang sind wie oben bereits erwähnt sehr stark von den Maschinenstundensätzen abhängig. Die Höhe der Stundensätze ergibt sich wiederum durch folgende Kostenarten.

### **Kalkulatorische Abschreibung**

Ergeben sich aus dem Beschaffungswert und der Nutzungsdauer einer Anlage. Teure Anlage bedeutet zugleich eine höhere kalkulatorische Abschreibung.

### **Kalkulatorischer Zinssatz**

Zinsen zur Deckung des vorhandenen Fremdkapitals der Firma. Grundsätzlich wird der halbe Wiederbeschaffungswert herangezogen.

### **Raumkosten**

Sind all jene Kosten, die für den Raum in der die Maschine oder Anlage betrieben wird anfallen (Miete, Zinsen usw...)

### **Energiekosten**

Darin sind alle Gebrauchsgüter oder Hilfsmaterialien wie Wasser, Strom, Gas, Luft usw. inkludiert.

### 3 Optimale Losgrößen

Ist jene Bestellmenge mit den geringsten Gesamtkosten bei einem optimalen Bestellzeitpunkt.

Die klassische Bestellmengenformel geht von folgenden Prämissen aus: Konstanter Bedarf, konstanter Nachfrageverlauf, konstanter Einstandspreis, konstanter Lagerhaltungskostensatz, konstante Bestellmengenfixkosten und keine Lagerungs- oder Finanzierungsrestriktionen[2].

Um die beiden gegenläufigen Kosten Lagerhaltung und Bestellung optimal aufeinander abzustimmen wird mit folgender klassischen Bestellmengenformel gearbeitet.

$$\text{OptimaleLosgröße} = \sqrt{\frac{200 * \text{Jahresbedarf} * \text{Bestellkosten}}{\text{Eins tan dspreis} * \text{Lagerhaltungskostensatz}}}$$

#### **Bestellkosten**

Umfassen die Kosten für alle Tätigkeiten, die zur Vorbereitung und Abwicklung einer Bestellung notwendig sind[2].

#### **Lagerhaltungskostensatz**

Beinhaltet den kalkulatorischen Zinssatz und den Lagerkostensatz. Mit ersterem sollen die kalkulatorischen Zinsen auf das durchschnittlich im Lager gebundene Kapital berechnet werden. Mit letzterem werden die weiteren mit der Lagerhaltung verbundenen Kosten erfasst[2].

### 3.1 Definition von Losgrößen

Als Losgröße wird jene Fertigungsmenge bezeichnet, die zur Deckung von Kunden- oder Lageraufträgen dient. Aus diesen Deckungsvarianten ergeben sich immer Konfliktsituationen. Die Logistik strebt stets nach geringen Lagerkosten wobei die Produktion immer dazu tendiert größere Fertigungsmengen zu bilden um die Rüst- und Produktionskosten zu reduzieren.

Losgröße ist eine Menge gleichartiger Objekte[4].

Es wird zwischen folgenden Losgrößen unterschieden[5]:

- Technische Losgröße - Darunter versteht man den Nettobedarf des Loses zu einem bestimmten Zeitpunkt in der Fertigung
- Kapazitive Losgröße – Diese Losgröße wird verwendet, um eine optimale Auslastung der Kapazität zu erreichen.
- Wirtschaftliche Losgröße – Sie ist so gewählt, dass die Kosten für den Bedarf möglichst gering gehalten werden.
- Logistische Losgröße – Unterschiedliche Laderaumkapazitäten von Transportmitteln und Transportmengen begründen diese Größe.
- Engpassorientierte Losgröße – Diese Losgröße resultiert aus dem Zielkonflikt, dass ein Kunde einen dringenden Bedarf nach irgendeinem Gut oder Material hat, aber die Kapazität entweder sehr knapp oder überlastet ist.

## 3.2 Verfahren zur Ermittlung der optimalen Losgrößen

Die optimale Bestellmenge ist durch die Gleichheit von Bestell- und Lagerhaltungskosten gekennzeichnet. Ferner kann nachgewiesen werden, dass im Optimum sowohl die jährlichen Gesamtkosten als auch die Gesamtkosten pro Stück minimal sind[1].

### 3.2.1 Optimale Losgröße nach Andler

Die am häufigsten genannte Formel zur Berechnung der optimalen Losgröße wurde von Kurt **Andler (1929)** entwickelt.

$$\text{Optimale Losgröße} = \sqrt{\frac{200 * \text{Jahresbedarf} * \text{Bestellkosten}}{\text{Eins tan dspreis} * \text{Lagerhaltungskostensatz}}}$$

Die Andler'sche Losgrößenformel ist an einige Voraussetzungen geknüpft, die die Anwendungsgrenzen des Modells offen legen[1].

- Der Stückpreis ist unabhängig von der Beschaffungsmenge
- Der Bedarf ist bekannt und konstant.
- Fehlmengen sind nicht zugelassen.
- Die zeitliche Verteilung der Lagerabgänge ist stetig.
- Mindestbestellungen sind nicht vorgesehen.
- Die Bestellung eines Materials kann unabhängig von anderen Materialien erfolgen.
- Die Kosten für die Lagerhaltung und Bestellung lassen sich hinreichend genau ermitteln
- Außerdem wird im Falle der Eigenfertigung der Einfluss der Losgröße auf die Durchlaufzeit nicht betrachtet.

Ersetzt man die Bestellkosten durch die Rüstkosten und den Einstandspreis mit den Herstellkosten ohne Rüstkosten, so ergibt sich die Formel zur Berechnung der wirtschaftlichen Losgröße.

$$\text{Wirtschaftliche Losgröße} = \sqrt{\frac{200 * \text{Jahresbedarf} * \text{Rüstkosten}}{\text{Herstellkosten} * \text{Lagerhaltungskostensatz}}}$$

### 3.2.2 Losgrößenberechnung nach Wagner und Whitin

Diese Losgrößenberechnung ist eine im Jahr 1958 von Harvey M. Wagner und Thomson M. Within entwickeltes exaktes Verfahren zur Bestimmung der optimalen Losgröße.

Im Wagner – Whitin – Verfahren wird nur eine Materialart betrachtet. Der Gesamte Planungszeitraum wird in Perioden mit gleicher Länge eingeteilt. Jede Periode unterliegt einer deterministischen Betrachtungsweise wobei jede Bestellung Fixkosten verursacht. Was einen konstanten Beschaffungspreis unabhängig von Bestellmenge und Bestellzeitpunkt mit sich bringt.

**Ziel** ist die Bestimmung von veränderlichen Periodenbestellmengen, die zu minimalen Gesamtkosten führen[4].

**Lösungsansatz** ist die Bestimmung der minimalen Gesamtkosten aller Bestellvarianten sowie die Auswahl der Variante mit den geringsten Gesamtkosten (exaktes Verfahren)[4].

Anhand eines Übungsbeispiels wird die Vorgehensweise genau dargestellt[4].

**Angabe:**

Periode $t$	1	2	3	4	5	6
Bedarf $d_t$	80	90	100	90	110	110

**Abbildung 15: Beispiel Vorlesung Logistik**

- Bestellfixe Kosten je Bestellung:  $s = 70\text{GE}$
- Lagerkostensatz:  $h = 0,5\text{ GE pro ME und Periode}$
- Zu Beginn und am Ende des Planungszeitraumes soll kein Lagerbestand existieren
- Der Lagerhaltungs- und Bestellkostensatz ist für alle Perioden konstant.

$K_{xy}$  ... Gesamtkosten für eine Bestellung in Periode  $x$  für die Bedarfe der Perioden  $x - y$ :



		Bedarfsperiode					
		(80)	(90)	(100)	(90)	(110)	(110)
		1	2	3	4	5	6
Bestellperiode	1	70	115	215	-	-	-
	2		140	190	-	-	-
	3			185	230	340	-
	4				255	310	-
	5					300	355
	6						370

$$K_{11} = s = 70$$

$$K_{12} = K_{11} + 1 \cdot h \cdot d_2 = 70 + 1 \cdot 0,5 \cdot 90 = 115$$

$$K_{22} = K_{11} + s = 70 + 70 = 140$$

$$K_{13} = K_{12} + 2 \cdot h \cdot d_3 = 115 + 2 \cdot 0,5 \cdot 100 = 215$$

$$K_{23} = K_{22} + 1 \cdot h \cdot d_3 = 140 + 1 \cdot 0,5 \cdot 100 = 190$$

$$K_{33} = \min\{K_{12}, K_{22}\} + s = 115 + 70 = 185$$

$$K_{34} = K_{33} + 1 \cdot h \cdot d_4 = 185 + 1 \cdot 0,5 \cdot 90 = 230$$

$$K_{44} = K_{33} + s = 185 + 70 = 255$$

$$K_{35} = K_{34} + 2 \cdot h \cdot d_5 = 230 + 2 \cdot 0,5 \cdot 110 = 340$$

$$K_{45} = K_{44} + 1 \cdot h \cdot d_5 = 255 + 1 \cdot 0,5 \cdot 110 = 310$$

$$K_{55} = \min\{K_{34}, K_{44}\} + s = 230 + 70 = 300$$

$$K_{56} = K_{55} + 1 \cdot h \cdot d_6 = 300 + 1 \cdot 0,5 \cdot 110 = 355$$

$$K_{66} = K_{55} + s = 300 + 70 = 370$$

Abbildung 16: Beispiel Vorlesung Logistik

Die optimalen Periodenbestellungen werden durch Rückwärtsbetrachtung ausgehend von den minimalen Kosten von 355 GE bestimmt.

		Bedarfsperiode					
		(80)	(90)	(100)	(90)	(110)	(110)
		1	2	3	4	5	6
Bestellperiode	1	<b>70</b>	<b>115</b>	215	-	-	-
	2		140	190	-	-	-
	3			<b>185</b>	<b>230</b>	340	-
	4				255	310	-
	5					<b>300</b>	<b>355</b>
	6						370

Optimale Periodenbestellmengen:

Bestellung in Periode:	Bedarf für Perioden:	Menge:
1	1, 2	170
3	3, 4	190
5	5, 6	220

Abbildung 17: Beispiel Vorlesung Logistik

Rechenaufwand:

- Minimal:  $2n - 1$
- Maximal:  $\frac{n \cdot (n + 1)}{2}$

## 4 Verbrauchsanalyse

Die Verbrauchsanalyse stellt den Verbrauch für einen bestimmten Zeitraum mithilfe verschiedener Analyseverfahren dar. Mit den Ergebnissen der einzelnen Verfahren ist es möglich konkrete Maßnahmen abzuleiten. Auch können durch wiederkehrende Auswertungen zuvor eingeführte Maßnahmen überprüft und gegebenenfalls nachgebessert oder revidiert werden.

### 4.1 Möglichkeiten der Verbrauchsanalyse

Die Literatur kennt einige Analyseverfahren, in erster Linie spielt die ABC-Analyse dabei eine wichtige Rolle. Dabei werden die Menge und der Wert gegenübergestellt. Die Basis dabei ist je nach Analyseergebnis nach verschiedenen Kriterien zu treffen. Beispiele dafür sind Bestände, Verbräuche oder auch Materialbewegungen. Die Darstellung ist eine sogenannte zweidimensionale Wertepaarung.

Folgende Grafik zeigt Auswertemöglichkeiten einer ABC Analyse.

Objekt	Analyseziel	Klassifizierungskriterien
<b>Kunde</b>	Konzentration der Verteilung der Kundenumsätze	Kundenumsatz bezogen auf Gesamtumsatz einer Periode
<b>Kunde</b>	Konzentration der Verteilung der Distributionskosten pro Kundenumsatz	Distributionskosten pro Kunde bezogen auf den Kundenumsatz
<b>Lieferant</b>	Konzentration der Verteilung des monetären Beschaffungsvolumens pro Lieferant	Lieferanten-Beschaffungsvolumen bezogen auf das gesamte Beschaffungsvolumen
<b>Fertigprodukte</b>	Konzentration der Verteilung der Kapitalbindung durch Bestände bezogen auf den Jahresumsatz	Durchschnittlicher wertmäßiger Bestand bezogen auf den Jahresumsatz pro Artikel
<b>Vorprodukte</b>	Konzentration der Verteilung des Periodenverbrauchswertes pro Vorproduktart	Periodenverbrauchswert des Vorproduktes bezogen auf den gesamten Periodenverbrauchswert einer Periode

Abbildung 18: Quelle Skript Prof. Köbernik

Um die ABC-Analyse mehr zu detaillieren, gibt es dazu einen Verfeinerungsgrad der sich XYZ-Analyse nennt. Durch Diese Analyseverfeinerung werden einzelne Teile der Analyse zusätzlich bewertet. Es ergibt sich eine Klassifizierung der Materialien nach der Bedarfs-  
vorhersagegenauigkeit.

Die Kombination dieser beiden Verfahren lässt eine 3x3 Matrix Entstehen.

Die ABC- und XYZ-Analysen stellen für Verbrauchsanalysen ein sehr wichtiges Instru-  
ment dar. Auch um Bestände zu überwachen und zu reduzieren.

		Wertanteil		
		A	B	C
Vorhersagegenauigkeit	X	hoher Wertanteil hohe Vorhersagegenauigkeit	mittlerer Wertanteil hohe Vorhersagegenauigkeit	niedriger Wertanteil hohe Vorhersagegenauigkeit
	Y	hoher Wertanteil mittlere Vorhersagegenauigkeit	mittlerer Wertanteil mittlere Vorhersagegenauigkeit	niedriger Wertanteil mittlere Vorhersagegenauigkeit
	Z	hoher Wertanteil niedrige Vorhersagegenauigkeit	mittlerer Wertanteil niedrige Vorhersagegenauigkeit	niedriger Wertanteil niedrige Vorhersagegenauigkeit

**Abbildung 19: 3x3 Matrix Vorlesung Prof. Köbernik**

### 4.1.1 ABC – Analyse

Die ABC-Analyse geht auf Pareto (1897) zurück, der im Wesentlichen feststellte, dass etwa 20% der italienischen Bevölkerung 80% des Gesamtvermögens besitzen. Er empfahl deshalb den Banken, sich vor allem um diese vermögende Bevölkerung zu kümmern[3].

Die ABC – Analyse läuft bei der Einteilung der Materialien nach dem Jahresverbrauchswert in folgenden Schritten ab:[1]

- Ermittlung des Jahresverbrauchswertes für jede Materialposition und Sortierung nach absteigender Reihenfolge.
- Berechnung des prozentualen Anteils der einzelnen Materialpositionen am Gesamtbedarf und Kumulation der Prozentwerte entsprechend der ermittelten Reihenfolge
- Ermittlung des prozentualen Mengenanteiles jeder Materialposition an der Gesamtzahl der Position.
- Definition der Klassengrenzen, indem bei zwei bestimmten Prozentanteilen am Gesamtbedarfswert eine Grenze gezogen wird.

Ausgehend von den oben genannten Kriterien der Auswertung, zeigt die Praxis, dass ein geringer Anteil aller Materialien den größten Anteil am Gesamtbedarfswert dar stellen. Aus diesem Grund wird die ABC-Analyse auch 80 - 20 Verfahren genannt.

#### **Zusammenfassend:**

A-Materialien: geringe Positionsanzahl aber hoher Wertanteil

B-Materialien: mittlere Anzahl an Positionen, mittlerer Wertanteil

C-Materialien: viele Positionen mit geringem Wertanteil

Aus dieser Betrachtung heraus sollten den A-Materialien die größte Aufmerksamkeit geschenkt werden.

### Grafische Darstellung:

ABC-Analyse wird mittels einer Konzentrationskurve (Lorenzkurve) welche monoton wachsend und eine Konkavität aufweist dargestellt.

- X-Achse (Abszisse): kumulierte Anzahl der Verbrauchsgüterarten (Materialien) in Prozent
- Y-Achse (Ordinate): kumulierte Verbrauchswerte in Prozent

Folgende Grafik zeigt eine Lorenzkurve und deren prozentuelle Unterteilung.

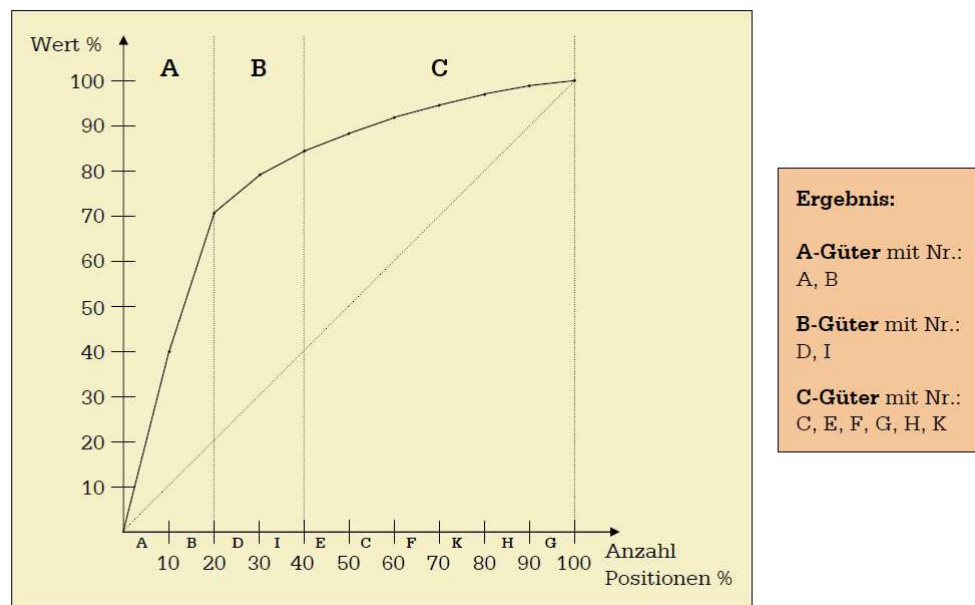


Abbildung 20: Quelle, Vorlesung Logistik Prof. Köbernik

### 4.1.2 XYZ – Analyse

Um die ABC-Analyse zu verfeinern und den Bedarf besser vorhersagen zu können, wird in der Regel die XYZ-Analyse angewendet. Wobei die Verbrauchsvorhersagegenauigkeit durch den Variationskoeffizienten als Maß für die relative Streuung des Verbrauchs ausgedrückt wird.

Anhand der folgenden Formel wird dieser Berechnet:[4]

$$v = \frac{s}{\bar{x}} = \frac{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i}$$

$v$	Variationskoeffizient
$s$	Standardabweichung
$\bar{x}$	Mittelwert
$x_i$	Beobachtungswerte
$n$	Anzahl der Beobachtungswerte

Der Variationskoeffizient misst die Streuung in der Relation zum arithmetischen Mittel (Verhältniszahl, die zur prozentualen Angabe noch mit 100 multipliziert werden muss).

#### Zusammenfassung:

- $0\% \leq v < 10\%$  : Güter oder Materialien die in der Rubrik X geführt werden und somit eine gute Bedarfsvorhersagegenauigkeit haben
- $10\% \leq v < 25\%$  : Güter oder Materialien die in der Rubrik Y geführt und eine mittlere Bedarfsvorhersagegenauigkeit haben.
- $25\% \leq v < \infty$  : Güter oder Materialien die in der Rubrik Z geführt und eine schlechte Bedarfsvorhersagegenauigkeit haben.

### 4.1.3 ABC – XYZ – Analyse

Die Zusammenführung beider Verfahren ergibt eine detailliertere Bedarfsplanung. Kurz gesagt soll die ABC-XYZ-Analyse das wesentliche vom unwesentlichen trennen und somit eine bessere Übersicht über Bestände und Verbräuche geben.

Die Vorgehensweise wird wie folgt dargestellt:[1]

- Basisdaten auf Plausibilität prüfen
- Durchführung ABC-Analyse
- Durchführung der XYZ-Analyse
- Zusammenführung in eine 3x3 Matrix

		Wertanteil		
		A	B	C
Vorhersagegenauigkeit	X	hoher Wertanteil hohe Vorhersagegenauigkeit	mittlerer Wertanteil hohe Vorhersagegenauigkeit	niedriger Wertanteil hohe Vorhersagegenauigkeit
	Y	hoher Wertanteil mittlere Vorhersagegenauigkeit	mittlerer Wertanteil mittlere Vorhersagegenauigkeit	niedriger Wertanteil mittlere Vorhersagegenauigkeit
	Z	hoher Wertanteil niedrige Vorhersagegenauigkeit	mittlerer Wertanteil niedrige Vorhersagegenauigkeit	niedriger Wertanteil niedrige Vorhersagegenauigkeit

Abbildung 21: 3x3 Matrix aus der Vorlesung Prof. Köbernik





## 5 Rahmenbedingungen für die Rüstzeitoptimierung

Die Forderung zur Rüstkostenoptimierung entsteht durch den täglichen Druck des Marktes. Kunden wollen die Produkte immer kurzfristiger und in kleineren Losgrößen ordern. Hohe Lagerkosten werden aufgrund der Kapitalbindung gemieden. Lagerkapital ist zugleich gebundenes Kapital und steht somit dem Unternehmen nicht für wichtige Unternehmensziele wie Investitionen zur Verfügung.

Die Ausgangssituation der Optimierung bildet eine REFA Erfassung Abbildung 23 der Rüstzeiten aus dem Jahr 2008. Ausgehend von dieser Erfassung die auch durch die Rückmeldung in einem BDE – System so aufscheint, wird der Rüstprozess neu aufgerollt und optimiert. Durch diese Optimierung entsteht eine neue Rüstabfolge die natürlich eine kürzere Rüstzeit und mehr Produktionszeit mit sich bringt. Das Ergebnis der neuen Rüstzeit kann direkt als Rüstkostenreduktion weiter gegeben werden.

### **Analyseperiode:**

Um die Analyse gemäß der Kundenforderung durchführen zu können, werden alle Fertigungsaufträge welche vom 01.01.2011 bis 31.12.2011 abgearbeitet wurden analysiert.

Dadurch wird sichergestellt, dass wirklich alle gefertigten Aufträge seien es Kunden- oder Lagerraufträge enthalten sind. Ausgeschlossen werden nur firmeninterne Aufträge wie Versuchsaufträge oder Freigabeaufträge. Inhalt dieser Auflistung sind Fertigungsauftragsnummern und Materialnummern.

### **Versuchsaufträge:**

Sind jene Aufträge die aus Neuentwicklungen oder Sortenumstellungen entstehen und werden ausschließlich von der F&E ausgelöst und auch verfolgt.

### **Freigabeaufträge:**

Dabei handelt es sich um Werkzeugfreigaben ausgelöst durch Werkzeugneufertigungen oder auch Formänderungen.

Die Optimierung der Rüstkosten erfolgt durch Verkürzung der Rüstzeit. Die neu generierte Rüstzeit kann direkt den Kosten und somit der Kalkulation und Losgrößenbildung aus der Disposition zugeteilt werden. Die Analyse des Rüstprozesses dient zugleich einer Neuorganisation des Rüstablaufes. Dabei wird auch die Arbeitsplatzgestaltung und Hilfsmittellagerung in Betracht gezogen. Verschwendungen wie unnütze Lager und hohe Bestände werden erfasst.

# Direkt - Pressen ( KST 7933 )

## Presszeitentabelle

Aggregat-Gruppe	Prozess-Arbeitsverfahren	Firmenbez.od. Typgleiche Anlage	Arbeitsplatz Nummer NEU	Rüstzeit "tr" in min.		Presszeit/Zykluszeit		
						Presshöhe < Pressquerschnitt (z.B. VSP)	Presshöhe > Pressquerschnitt (z.B. Stifte)	Sonderpressformen
4	Pressen - Direkt 4t	Dorst TPA4	4010102	Vorbauen 25 ①	Rüsten in Maschine 50 ①	1-fach Werkzeug 0,13 ⑤	1-fach Werkzeug 0,15 ⑤	1-fach Werkzeug 0,16 ⑤
	Pressen - Direkt 4t	Dorst TPA5 mit Schenk	4010301					
	Pressen - Direkt 4t	Dorst TPA5	4010302					
	Pressen - Direkt 4t	Dorst TPA5 mit Schenk	4010303					
	Pressen - Direkt 4t	Dorst TPA6 mit Föhrenbach	4010401					
	Pressen - Direkt 4t	Atlas MPA6 mit Schenk	4010501					
B	Pressen - Direkt 4t	Atlas MPA6 mit Zickstein-Automat	4010601	360 ②		Ziehsteine 0,45 ④		
Z	Pressen - Direkt 12t	Dorst TPA 12 mit Schenk	4020101	Vorbauen 30 ①	Rüsten in Maschine 50 ①	0,13 ⑤	0,15 ⑤	0,16 ⑤
	Pressen - Direkt 12t	Dorst TPA 12 mit Schenk	4020102					
	Pressen - Direkt 12t	Dorst TPA 12 mit Schenk	4020103					
	Pressen - Direkt 12t	Dorst TPA15/10 mit Schenk	4020201					
	Pressen - Direkt 12t	Dorst TPA 15/3 mit Schenk	4020301					
H	Pressen - Direkt Hydr. 12t	Fette MP 120 I mit Schenk	4040101	80 ①	Querstift 360 ② Dübelbohrer 360 ②	1-fach Werkzeug 0,13 ⑤ 3-fach Werkzeug f. Matrize 2325B/C/D Artikel ZG 206.125.701 (Osterwalder I) 0,06 ⑤ 4-fach Werkzeug f. Matrize 2670A / Artikel PCB 25201 (Fette) 0,04 ⑤ Querstift (Fette) 0,66 ④ Dübelbohrer (Osterwalder I) 0,23 ④	1-fach Werkzeug 0,15 ⑤	1-fach Werkzeug 0,16 ⑤
	Pressen - Direkt Hydr. 12t	Fette MP 120 II mit Roboworker	4040201					
	Pressen - Direkt Hydr. 12t	Fette MP 120 III mit Roboworker	4040202					
	Pressen - Direkt Hydr. 12t	Fette MP 120 IV mit Roboworker	4040203					
	Pressen - Direkt Hydr. 12t	Fette MP 120 V mit Roboworker	4040204					
	Pressen - Direkt Hydr. 12t	Osterwalder CA-HC120 I alt mit Schenk	4040301					
	Pressen - Direkt Hydr. 12t	Osterwalder CA-HC120 II neu mit Osterwald	4040401					
F	Pressen - Direkt 45t	Dorst TPA45	4030101	Vorbauen 55 ①	Rüsten in Maschine 55 ①	0,15 ⑤	0,23 ⑤ (und Teile ab 100g)	0,31 ⑤
M	Pressen - Direkt Hydr. 50t	Fette MP500 mit Roboworker RA6 12	4050101	100 ① geteilter Unterstempel 240 ②		0,15 ⑤	0,15 ⑤	0,31 ⑤

### Bemerkung

① lt. Auswertung Ist-Rüstzeit Aufzeichnungen vom 01.08. - 12.10.2007

② lt. Presserei Basisdaten Dr. Feistritzer vom 05.04.2007

③ lt. Presszeitentabelle Valter Dobler vom 20.09.2005 (Zusammenfassung Rief a Studie Hr. Hoffmann und ZVM)

④ lt. Ist-Analyse Presserei vom 21.05.2008

⑤ lt. Pressstückzählerfassung Presserei vom 09.07.2007 - 29.02.2008

Abbildung 22: Matrix Rüstzeiten Produktionszeiten im Direktpressprozess

Anhand der verkürzten Rüstzeit wird die Losgröße anteilig abgeändert. Dabei wird der prozentuelle Rüstanteil direkt durch Weitergabe neuer Losgrößenvorgaben in der Kalkulation verankert. Verkleinert sich beispielweise der Rüstanteil um XX% somit kann auch die Losgröße um den jeweiligen Prozentsatz verkleinert werden.

## 6 Erfassung der Rüstkosten und des Prozesses

Grundlage für die Rüstkosten in der Direktpresserei bildet der Stundensatz, dieser wird im Controlling anhand Vergangenheitswerten und Zukunftsprognosen dem sogenannten Forecast errechnet.

Der Rüstprozess an sich wird durch eine fix hinterlegte Zeit in jedem Fertigungsauftrag abgebildet.

### 6.1 Zusammensetzung der Rüstkosten in der Direktpresserei

Die Bildung der Rüstkosten ist eine Multiplikation aus dem Stundensatz der Abteilung und der benötigten Zeit des Rüstvorganges. Diese werden durch folgende Formel beschrieben.

$$Rüstkosten_{Direktpresserei} = Stundensatz_{Presserei} * geplanteRüstzeit$$

#### **Stundensatz:**

Der Stundensatz wird aus Vergangenheits- und Zukunftswerten errechnet. Dabei werden die angefallenen Kosten aus dem letzten Geschäftsjahr mit den Planungsvorgaben des kommenden Geschäftsjahres wie Investitionen, Reparaturen zusätzliches Personal usw. durch die geleisteten Stunden dividiert. Das Ergebnis daraus ist der BAB.

## **BAB**

Im BAB werden in tabellarischer Form alle Kostenarten einer Kostenstelle zugewiesen. Dabei handelt es sich um ein Controllingtool der Finanzbuchhaltung. Plankosten werden mit den auflaufenden Kosten verglichen und überprüft.

Der BAB bei Boehlerit ist wiederum in zwei Hauptkategorien untergliedert, wobei der erste Block die Kostenstellen Eigenkosten beinhaltet und der zweite Block die Umlagekosten der unterstützenden Bereiche wie Arbeitsvorbereitung, IT, Qualitätsmanagement usw. prozentuell verteilt.

### **Kostenstellen Eigenkosten**

Die Eigenkosten spiegeln alle anfallenden Kosten, die im direkten Zusammenhang mit der Kostenstelle stehen, wider. Dabei werden auch Schulungskosten, Reisekosten oder Telefonkosten berücksichtigt. Die Abbildung 24 zeigt den Eigenkostenblock in der Direktpresserei. Wobei diese einer weiteren Unterteilung unterliegen. Dabei werden Personalkosten, Materialkosten Hilfs- und Betriebsstoffe in Gruppen dargestellt.

Jahr (Alle)	Gesamt-BAB mit detaillierten Kostenarten
Kst (Alle)	Jahr: 2012
Kst (Alle)	Monat: 06
Kst 2007933	Verantw 01 Gesamt

				Daten								
E3	E6	E4	Kostenart	Koa	Bezeichn	Plan Mo	Ist Mo	Abw Mo	Plan kum	Ist kum	Abw Kum	Abw %
KST-GESAMTKOSTEN NACH UMLAGEN (CO)						424.373	443.444	19.070	2.730.879	2.851.878	120.999	4,4%
4. SONST.BETRIEBL.ERTRÄGE (CO)						-966	-986	-20	-8.742	-9.743	-1.001	11,4%
4.1.6 Erstattung Altersteilzeit						-966	-986	-20	-8.742	-9.743	-1.001	11,4%
5. MATERIALKOSTEN (CO)						11.956	21.375	9.419	71.738	130.570	58.832	82,0%
5.2.1.1 Jungfrau/ Rohst u RLU						500	2.402	1.902	3.000	8.288	5.288	176,3%
400030 Einzel + Einbauteile						500	2.384	1.884	3.000	8.200	5.200	173,3%
400000 Sonstige Stähle							18	18		88	88	
5.2.1.4 Werkz/Hilfs/Betriebsstoff						2.808	86	-2.722	16.848	14.800	-1.988	-11,8%
400040 Hilfs-Betriebsstoffe						1.625	86	-1.539	9.750	11.523	1.773	18,2%
403000 Verbrauchsm. Wkz.						1.042		-1.042	6.252	2.887	-3.365	-53,8%
403500 Verb. Öle/Fette						83		-83	498	449	-49	-9,8%
403900 Verbr. so. GK-Mat.						8		-8	48		-48	-100,0%
403000 Verb. Reinigungs-m.						50		-50	300		-300	-100,0%
5.2.1.5 Energie						4.481	4.413	-68	26.888	24.749	-2.139	-8,0%
404200 Energielek. Strom						2.375	2.193	-182	14.250	13.987	-263	-1,8%
404300 Energielek. Wasser						1.523	1.554	31	9.138	7.608	-1.532	-16,8%
404420 Pressluft						583	667	83	3.500	3.158	-344	-9,8%
5.2.2 Aufw f bezogene Waren (CO)								0		122	122	
401020 Verb. HAWA Kostenst.								0		122	122	
5.2.3.1 LE Leiharbeiter						4.167	14.474	10.307	25.002	82.551	57.549	230,2%
410000 Personalleasing Arb.						4.167	14.474	10.307	25.002	82.551	57.549	230,2%
6. PERSONALKOSTEN (CO)						97.175	79.009	-18.166	710.256	643.572	-66.684	-9,4%
6.1.1 LE Leistungslohn						60.707	52.941	-7.766	370.297	331.291	-39.006	-10,5%
6.1.3 LE Überstd inkl Zuschläge						1.908	228	-1.680	11.448	17.076	5.628	49,2%
6.1.4 LE Nichtleistungslohn						-62	1.723	1.784	66.364	78.688	12.324	18,6%
410040 Lohnfortz. Krankhe							1.710	1.710		17.813	17.813	
410700 Fahrgeld Zeltlohn						12	12	0	72	75	3	3,9%
410900 Urlaubsgeld Zeltlohn						-1.188		1.188	64.992	59.736	-5.256	-8,1%
411100 Weihnachtsg. tarif						1.172		-1.172	1.647	1.065	-582	-35,3%
411700 Resturlaub - Arbeit						-58		58	-347		347	-100,0%
6.2.1 GE Leistungsgehälter						7.043	2.000	-5.043	42.258	15.016	-27.242	-64,5%
6.4 Soziale Abgaben (inkl Lehrlingsausb)						21.585	17.779	-3.806	153.999	135.873	-18.126	-11,8%
415000 Soziale Aufwendungen						14.438	12.819	-1.619	102.974	97.436	-5.538	-5,4%
415050 Kommunalst. LE/KV						1.919	1.657	-262	13.718	12.579	-1.139	-8,3%
415100 Soziale Aufwendungen						1.537	443	-1.094	10.772	3.845	-6.927	-64,3%
415150 Kommunalst. GE/KV						211	61	-150	1.568	574	-994	-63,4%
415720 Dienstg Beitr. LE/GE						3.196	2.576	-620	22.929	19.729	-3.200	-14,0%
415730 Dienstg Zuschl LE/GE						284	223	-61	2.038	1.710	-328	-16,1%
6.7 Provisionen								0	3.000	1.500	-1.500	-50,0%
6.2.6 GE Abfertigungen (Rst u Zahl)						430		-430	2.582	5.200	2.618	101,4%
6.2.5 GE Nichtleistungsgehälter						-214		214	5.757	2.511	-3.246	-56,4%
412900 Url.geld - Angestell								0	7.043	2.255	-4.788	-68,0%
413100 Weihnachtsgeld tarif								0		255	255	
413700 Resturlaub - Angeste						-214		214	-1.288		1.288	-100,0%
6.1.5 LE Abfertigungen (Rst u Zahl)						1.401	532	-869	24.961	30.381	5.420	21,7%
410005 Abfert. Rückst. Arb.						242		-242	1.455		-1.455	-100,0%
411050 Abfindung Arbeiter						1.158	532	-626	23.506	30.381	6.875	29,2%
6.1.2 LE Zulagen, Zuschläge						4.377	3.807	-570	29.589	26.035	-3.554	-12,0%
410200 Zulagen Zeltlohn						4.377	3.807	-570	29.589	26.035	-3.554	-12,0%
7. ABSCHREIBUNGEN (CO)						93.411	112.329	18.918	560.466	571.244	10.778	1,9%
8.1 BETRIEBSKOSTEN						19.167	9.560	-9.607	115.002	66.195	-48.807	-42,4%
8.1.1 Maschinenwartung						19.167	9.560	-9.607	115.002	66.195	-48.807	-42,4%
422200 Instandhaltung und W						19.167	7.412	-11.755	115.002	61.092	-53.910	-46,9%
622000 Abgr. Wartung Masch.							2.148	2.148		5.103	5.103	

Abbildung 23: Eigenkosten Kostenstelle Direktpresserei

## Umlagekosten

Der Block der Umlagekosten wird durch einen Verteilungsfaktor abhängig von der Mitarbeiteranzahl in der Abteilung gebildet. Dabei werden die Hilfskostenstellen bei den keine wertschöpfende Tätigkeit anfällt prozentuell zu den Eigenkosten addiert. Die Umlagekosten beinhalten die in Abbildung 25 aufgelisteten Posten. Diese bilden all jene Kostenstellen aus der die jeweilige Abteilung Dienstleistungen bezieht.

<b>8.2 VERTRIEBSKOSTEN</b>	<b>133</b>		<b>-133</b>	<b>798</b>	<b>1.273</b>	<b>475</b>	<b>59,5%</b>
8.2.1 Reisekosten	133		-133	798	1.101	363	45,5%
400000 Reisekosten	83		-83	498	439	-59	-11,8%
400400 Übermachtungskosten			0		131	131	
400610 Reisekosten Flüge	50		-50	300	533	233	77,6%
400900 Fahrtkosten öffentl			0		58	58	
8.2.2 Fahrzeugkosten (inkl Versch)			0		112	112	
440200 Aufw. Mietwagen			0		112	112	
<b>8.3 VERWALTUNGSKOSTEN</b>	<b>2.416</b>	<b>1.535</b>	<b>-881</b>	<b>12.616</b>	<b>11.993</b>	<b>-623</b>	<b>-4,9%</b>
8.3.1 Wartung/Instandh./Lizenzen	410	345	-71	2.400	7.205	4.799	102,3%
422100 Inst./Wartg. Fabrikg	208		-208	1.248	752	-496	-39,7%
422300 Inst./Wartg. Betr.au	208	345	137	1.248	6.543	5.295	424,3%
8.3.2 Kommunikationskosten	10	11	-5	95	93	-1	-1,0%
470210 Telefonkosten	3		-3	17		-17	-100,0%
470230 Spesen Handykosten	13	12	-1	78	87	9	11,9%
670200 Abgr. Komm. Kost.		-1	-1		6	6	
8.3.3 Mieten	107		-107	1.002	813	-189	-18,9%
420110 Miete für BGA	107		-107	1.002	813	-189	-18,9%
8.3.4 Versicherungen (ohne KFZ)	754	754	0	2.645	2.442	-203	-7,7%
432100 Feuerversicherung			0	7.171	5.049	-2.122	-29,6%
633900 Abgr. Versicherung	754	754	0	-4.526	-2.607	1.919	-42,4%
8.3.6.1 Ausbildungskosten AN	1.000	425	-575	6.000	995	-5.005	-83,4%
8.3.6.3 Bewirtungskosten	50		-50	300	46	-254	-84,7%
8.3.6.5 übrige Verwaltungskosten	13		-13	78	308	230	295,3%
470100 Büromaterial	13		-13	78	211	133	169,9%
470110 Zeitungen, Zeitschr			0		98	98	
<b>8.4 SONSTIGE KOSTEN (CO)</b>			<b>0</b>		<b>736</b>	<b>736</b>	
8.4.10.2 Feiern, Gesundheit			0		736	736	
415000 Aufw.f.Arbeitsschutz			0		736	736	
<b>9. ZINSEN (CO)</b>	<b>22.592</b>	<b>23.567</b>	<b>975</b>	<b>135.552</b>	<b>127.305</b>	<b>-8.247</b>	<b>-6,1%</b>
<b>ILV BELASTUNG</b>	<b>100.000</b>	<b>116.150</b>	<b>16.150</b>	<b>600.000</b>	<b>748.940</b>	<b>148.940</b>	<b>24,8%</b>
<b>Umlage Allgemeine Hilfskostenst</b>	<b>20.817</b>	<b>21.363</b>	<b>545</b>	<b>146.255</b>	<b>155.600</b>	<b>9.345</b>	<b>6,4%</b>
<b>Umlage Bereichsbez Hilfskostenst</b>	<b>57.671</b>	<b>59.541</b>	<b>1.870</b>	<b>386.939</b>	<b>404.192</b>	<b>17.253</b>	<b>4,5%</b>
<b>Summe Kosten Gesamt</b>	<b>424.373</b>	<b>443.444</b>	<b>19.070</b>	<b>2.730.879</b>	<b>2.851.878</b>	<b>120.999</b>	<b>4,4%</b>

Abbildung 24: Umlagekosten aus dem BAB

## 6.2 Erfassung des Rüstprozesses

Die Erfassung des Rüstprozesses wird durch eine bereits erprobte Methode durchgeführt. Diese wird SMED genannt und erfolgt in vier Prozessschritten. Grundlage dabei bildet das Projektteam, welches die einzelnen Arbeitsschritte nach Vorgaben der Methode abhandelt. Durch die Einbindung der Rüstwerker in das Projekt entsteht ein sehr hohes Prozesswissen und auch die Umsetzung wird dadurch erleichtert.

SMED ist ein Teil der REFA Studien. Den Ablauf der Methode erklärt folgende Abbildung, wobei die Wirkungsprozent rechts den Erfolg der einzelnen Schritte darstellen.

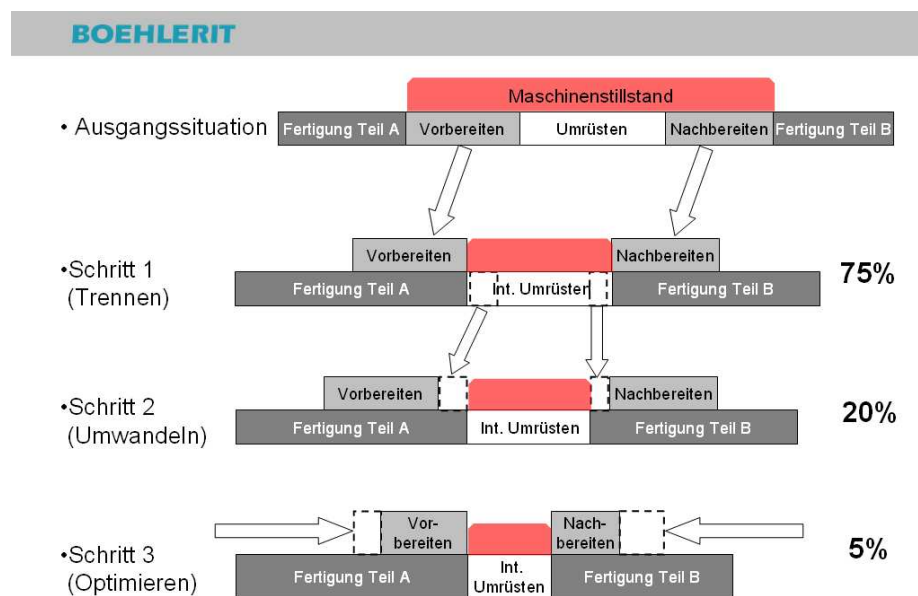


Abbildung 25: Grafische Darstellung der SMED-Schritte

Im ersten Schritt wird die derzeitige Ausgangssituation erfasst und dokumentiert. Dabei wird der Prozess von mehreren Personen, maximal 4 Mitarbeiter, aufgezeichnet und genau dokumentiert. Die einzelnen Rüstoperationen müssen dabei beschrieben und mit einer Blockzeit notiert werden. Durch diese detaillierte Aufzeichnung ist eine lückenlose Darstellung der Rüstoperation möglich. Die wichtigste Grundlage dabei ist, dass der Rüstwerker ohne Zwischenfragen seiner Tätigkeit nachkommen kann. Nur so erreicht man eine Prozesserfassung die dem Istzustand entspricht.

Der zweite Schritt beinhaltet das Trennen des Rüstprozesses. Dabei werden Tätigkeiten die zur Vorbereitung und Nachbereitung dienen aus dem Rüstprozess getrennt. Durch die Trennung wird die Produktionszeit der Maschine erhöht. Die Vorbereitung und Nachbereitung erfolgt ausschließlich während der Fertigung. Im zweiten Schritt liegt das größte Potential einer Rüstzeitverkürzung, man spricht von bis zu 75% Einsparung.

Im Schritt drei erfolgt das sogenannte Umwandeln von internen zu externen Rüstoperationen. Interne Rüstoperationen sind ausschließlich jene die den Maschinenstillstand erzwingen. Externe sind jene die auch während der Produktion eines Fertigungsauftrages erfolgen können. Bei diesem Schritt erhält man bei erfolgreicher Umsetzung bis 20% Zeitersparnis.

Der vierte und letzte Schritt ist der schwierigste Schritt, dabei wird eine sehr tiefe Prozesskenntnis vorausgesetzt. Auch der Einsparungserfolg ist mit 5% sehr niedrig. Darum ist der letzte Umsetzungsschritt der umfangreichste und schwierigste. Dabei werden der Rüstprozess und die einzelnen Handgriffe genau beobachtet und analysiert. Verbesserungen der Arbeitsplatzumgebung wie Neuorganisation einzelner Werkzeuge oder Hilfsmittel und deren Ablagepositionen. Auch einzelne Prozessschritte im Rüstprozess werden analysiert und gegebenenfalls verändert und optimiert.

Nach Abschluss aller Schritte wird der neu aufgesetzte Prozess dokumentiert und mittels einer Erprobung implementiert. Nach erfolgreicher Implementierung der neuen Rüstabfolge wird die neue Rüstzeit im System verankert und somit für alle kommenden Fertigungsaufträge herangezogen.

Ein weiter wichtiger Schritt bei der Absicherung der Nachhaltigkeit ist die Schulung der Mitarbeiter vor Ort. Auch sollte ein Nachschlagewerk zugänglich für jene Mitarbeiter die den Prozess durchführen auf jeder Anlage aufliegen. Diese muss die genaue Rüstreihenfolge und eine Beschreibung der einzelnen Tätigkeiten beinhalten.



### **6.2.1 Weg – Analyse**

Diese Methode dient zur Erfassung der Wege und Strecken die ein Mitarbeiter während des Prozesses zurücklegt. Dabei ist es wichtig, dass der Beobachtende mit voller Aufmerksamkeit dem Prozess beiwohnt. Auch Zwischenlager und Werkzeugpositionen müssen daraus hervorgehen.

Durch Zuhilfenahme eines aktuellen Layouts aus dem Bereich hat ein ausgewählter Mitarbeiter die Wege des Rüstermitarbeiters aufgezeichnet und beschrieben. Dabei muss dieser jeden Weg genau dokumentieren und festhalten. Auch Strecken die des Öfteren zurückgelegt werden müssen eindeutig gekennzeichnet werden. In diesem Fall wird dies anhand eines Strichsystems durchgeführt. Dabei verfolgt der Beobachter den Ausführenden auf Schritt und Tritt.

Durch diese Mitschrift ist es möglich Umwege oder Wege die nicht dem Prozess dienen zu erkennen. Auch eine ergonomische Arbeitsplatzgestaltung kann daraus abgeleitet werden. Verschwendungen wie hohe Bestände in Zwischenlagern können erkannt und verbessert werden. Ungünstige Positionen von Hilfsmitteln und Werkzeugen werden klar ersichtlich herausgearbeitet und gegebenenfalls anders positioniert. Unnötige Bewegungen werden durch die Methode gefiltert und aus dem Prozess entfernt.

Nachfolgende Abbildung 25 zeigt die Analyse der erfassten Rüstoperation in der Direktpresserei. Die Wege und Strecken sind durch einen Farbkot mit Legende erfasst und ausgewertet. Jeder Weg der während der Tätigkeit anfällt wird durch einen anders farbigen Strich dargestellt. Die Häufigkeit der zurückgelegten Wege wird mittels eines Strichsystems abgebildet. Ein Strich ist ein zurückgelegter Weg im Prozess.

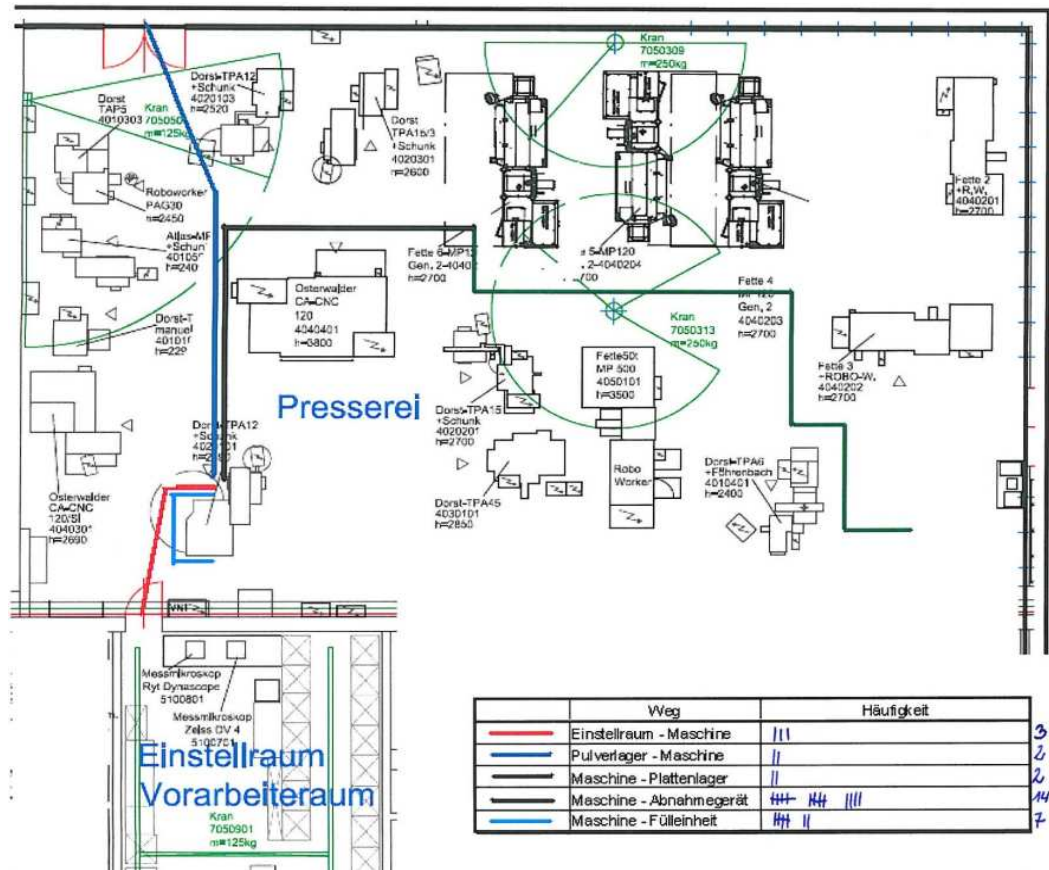


Abbildung 26: Layout Direktpresserei inkl. Aufzeichnungen

## **Ableitung**

Wie in der Abbildung 25 zu erkennen, muss der Mitarbeiter während des Prozesses des Öfteren seinen Arbeitsplatz verlassen um Werkzeug oder Hilfsmittel zu holen. Aus der Analyse ist dadurch ein neuer Ablauf definiert worden. Dabei werden Werkzeuge und Hilfsmittel bereits vor dem durchzuführenden Rüstprozess an der Anlage vorgerichtet. Genauere Details werden in Punkt 6.3 ausführlich beschrieben und abgebildet.

## **Vorteile**

- Analyse versteckter Bestände
- Unnütze Wege werden erkannt
- Lagerorte werden sichtbar gemacht

## **6.2.2 Dokumentation der Rüstabfolge**

Die Dokumentation und Erfassung der Rüstabfolge wird durch eine detaillierte Erhebung der einzelnen Prozessschritte mit den dazugehörigen Blockzeiten realisiert. Dabei wird wie bei der Weg - Analyse durch einen Mitarbeiter jeder Prozessschritt dokumentiert und mit einer Blockzeit versehen. Hilfestellung gibt dabei eine Exceltabelle worin all diese Tätigkeiten aufgezeichnet und bei Fertigstellung eine Gesamtzeit gebildet wird.

Anhand dieser Aufzeichnung ist es möglich Prozessschritte die nicht erforderlich oder an anderer Stelle ausgeführt werden können zu erkennen und aus dem Prozess zu entfernen. Hilfestellung gibt dabei die grafische Darstellung wie in Abbildung 27 dargestellt.

Abbildung 25 zeigt einen Auszug aus der Dokumentation, worin alle Prozessschritte detailliert aufgezeichnet und beschrieben sind. Die Dokumentation wird auch in der Anlage aufgeführt.

				Beobachtung (Ausgangszustand)											
				1:16:40											
				Rüsttätigkeit											
Nr.	Einzel	Einzel	Einzel	Start	Ende	Dauer (Minuten)	Intern / ext	MA	2	2	MA	Bemerkung(en)			
1				Anlagenstillstand	0:00:00	1:15:10	1:15:10								
2															
3															
4												M = Rüsten			
5	PR	D		Presse ausleeren	0:00:00	0:02:30	0:02:30		R1			RE = Rechnen			
6	PR	D		Presse ausleeren	0:00:00	0:01:30	0:01:30		R2						
7	PR	D		Werkzeug ausbauen (OST,UST,Matrize)	0:02:30	0:05:30	0:03:00		R1			ST = Störung			
8	PR	D		Dorn ausbauen	0:05:30	0:06:20	0:00:50		R1			H = Holen			
9	PR	R		Presse reinigen	0:06:20	0:08:10	0:01:50		R1			D = Demontage			
10	PR	M		Dorn einbauen	0:08:10	0:09:15	0:01:05		R1			V = Varten			
11	PR	R		neues Werkzeug reinigen	0:09:15	0:09:45	0:00:30		R1			R = Reinigen			
12	PR	M		Matrize und UST einbauen	0:09:45	0:12:15	0:02:30		R1			P = Prüfen			
13	PR	M		Füllplatte montieren	0:12:15	0:13:12	0:00:57		R1						
14	PR	M		Füllschuh montage	0:13:12	0:14:01	0:00:49		R1						
15	PR	M		Oberstempel einbauen	0:14:01	0:14:30	0:00:29		R1						
16	PR	V		Pressprogramm vom Sever laden	0:14:30	0:16:10	0:01:40		R1						
17	PR	M		Werkzeug referenzieren	0:16:10	0:18:20	0:02:10		R1						

Abbildung 27: Auszug der Dokumentation des Rüstprozesserfassung

Anhand der Dokumentation ist es möglich eine grafische Ableitung des Prozesses zu erstellen. Diese zeigt die Rüstabfolge mit den dazugehörigen Blockzeiten in einem Zeitdiagramm. Die Abbildung 26 ist aus der Exceltabelle Abbildung 25 abgeleitet. Aus diesem Diagramm können Tätigkeiten, die nicht dem Rüstprozess dienen gekennzeichnet und genauer betrachtet werden.

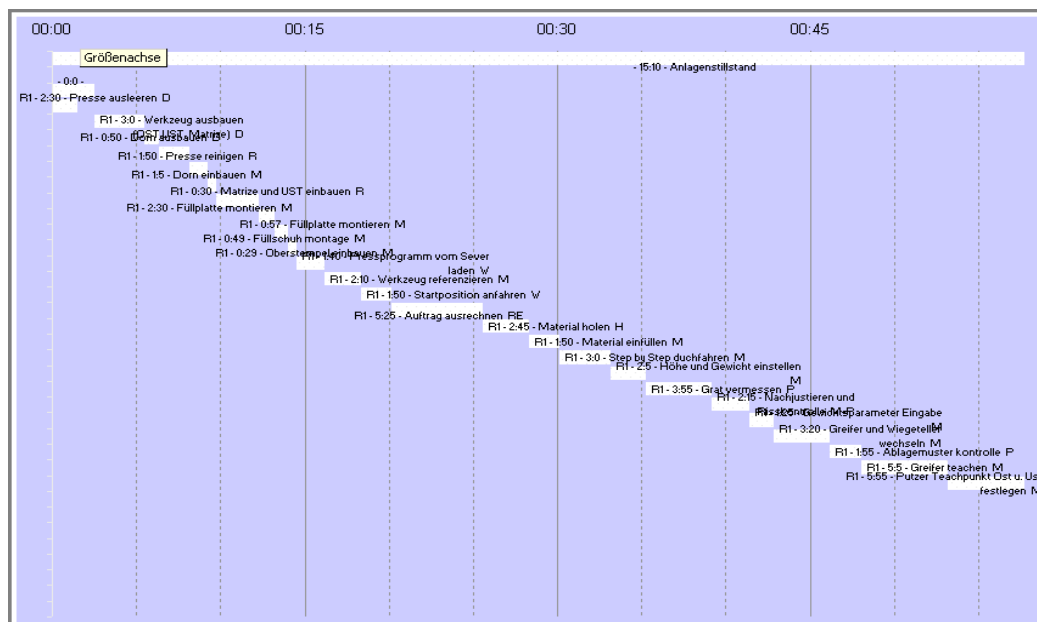


Abbildung 28: Zeitdiagramm des Rüstprozesses

## 6.3 Optimierung der Rüstzeit und Rüstabfolge

Ausgehend von der Erfassung der Rüstabfolge wird der Prozess nun aufgerollt und wie in der SMED - Methode beschrieben analysiert.

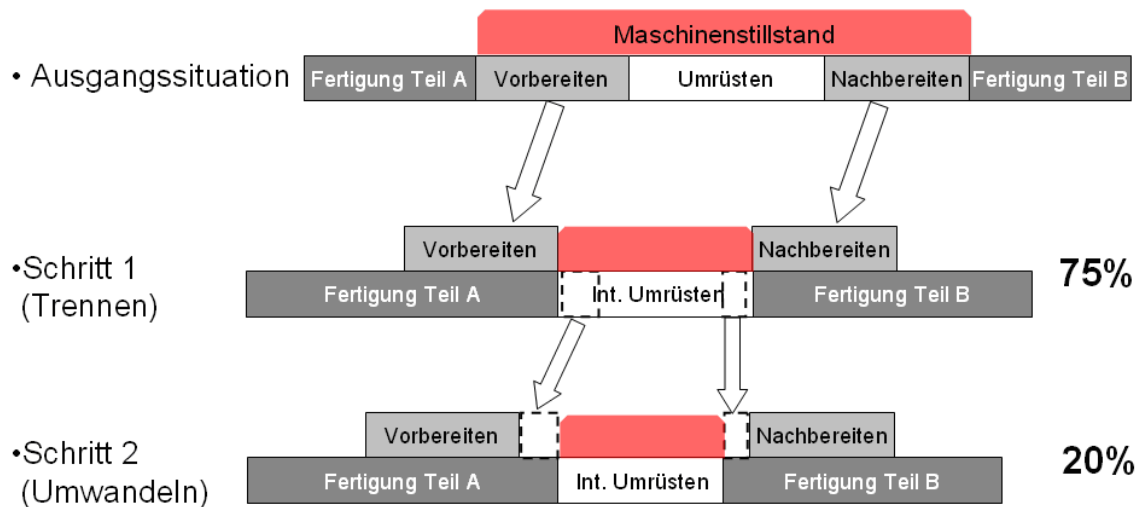


Abbildung 29: SMED – Steps

### 6.3.1 Rüstprozess neu aufsetzen

Die Analyse des Prozesses weist sehr hohe Stillstände durch Suchen und Organisieren von nicht vorhandenem Werkzeug auf. Aus diesem Grund wird der Arbeitsplatz neu organisiert und nach einer weiteren Methode beschrieben in Punkt 6.3.2 umstrukturiert.

Auch das Ausgliedern einzelner Vorbereitungs-, und Nachbereitungsschritte kann eine wesentliche Zeitersparnis erreicht werden. Dabei werden Werkzeuge und Granulat durch andere Mitarbeiter bereits vorbereitet und für den Rüstprozess bereitgestellt. Das Presswerkzeug wird durch einen Mitarbeiter der die Maschinendaten rechnet an der Maschine vorgerichtet. Auch das Granulat wird durch den Verantwortlichen an der Maschine dem Auftrag zugeteilt. Dadurch ergeben sich wesentliche Wegverkürzungen und Organisationsverbesserungen. All diese Änderungen ergeben eine bedeutende Verkürzung des Anlagenstillstandes. Durch die Umgestaltung des Arbeitsplatzes können einzelne Zeitfenster wesentlich verkleinert werden und das Suchen von Werkzeug entfällt.

Durch die Darstellung des Prozesses im Zeitdiagramm Abbildung 29 kann die neue Rüst-  
abfolge sofort auf Fehler überprüft werden. Tätigkeiten werden genau aufeinander folgend  
positioniert und gegliedert. Prozessschritte die vorbereitend durchgeführt werden können  
sind aus dem Diagramm entfernt und ausgelagert.

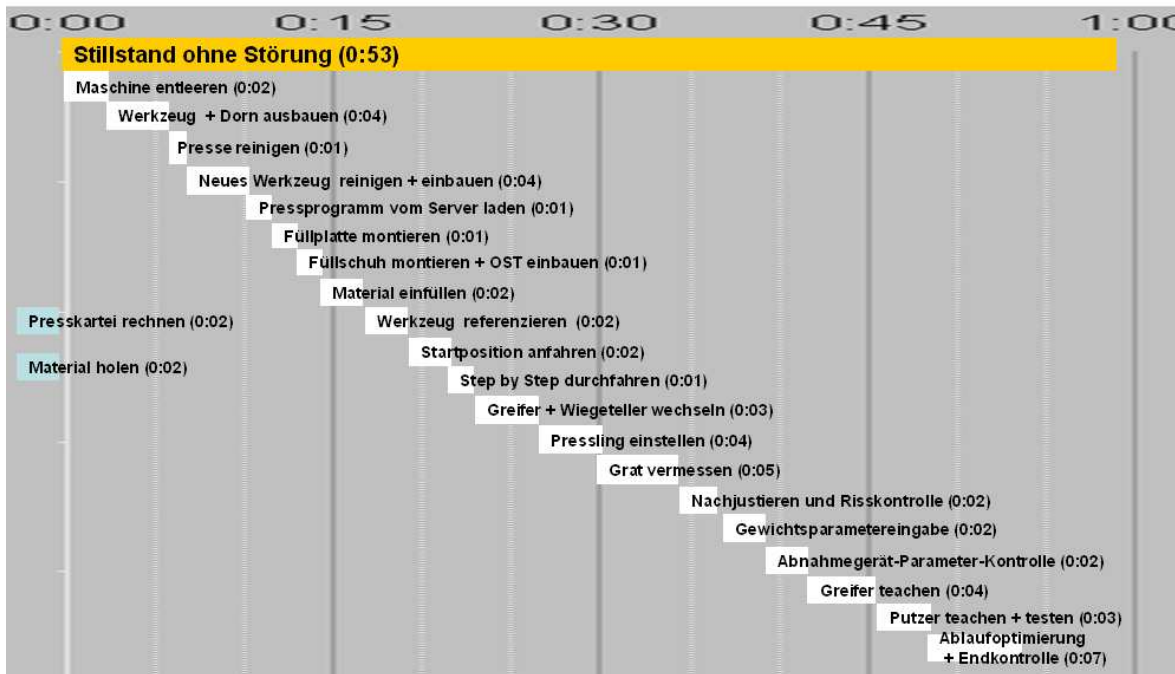


Abbildung 30: Zeitdiagramm Rüstprozess neu

### 6.3.2 Arbeitsplatz umgestalten

Ein wichtiger Prozessschritt bei Optimierung der Rüstzeit ergibt sich durch die neue Arbeitsplatzgestaltung.

Die Arbeitsplatzorganisation erfolgt auch unter Gesichtspunkten einer bereits erprobten Methode Namens 5S. Auch diese findet ihren Ursprung im japanischen und bedeutet übersetzt „Ordnen und sortieren der Arbeitsplatzumgebung“. Dabei wird der Arbeitsplatz analysiert und mittels Fotoprotokoll Maßnahmen abgeleitet. Die Maßnahmen werden mit Terminen und Zuständigkeiten dokumentiert. Hilfsmittel und Werkzeuge werden so der Arbeitsplatzergonomie angepasst. Somit ergeben sich für den Mitarbeiter schönere und übersichtlichere Arbeitsbedingungen. Auch Licht- und Luftverhältnisse werden dabei berücksichtigt.

Wie zuvor beschrieben kommt die Methode aus dem Japanischen. Jedes S in der Methode steht für einen Schritt in der Arbeitsplatzorganisation und Gestaltung.

**Seiri**, das erste S steht für Ordnung schaffen und den Arbeitsplatz zu säubern.

**Seiton**, steht für die neu Organisation des Arbeitsplatzes und das Ordnen der ständig benötigten Werkzeuge.

**Seiso**, das dritte S regelt die Ordnung am Arbeitsplatz nachhaltig. Dabei werden Reinigungsstandards definiert und gelebt.

**Seiketsu**, Arbeitsstandards zur Regel machen. Hilfsmittel und Vorrichtungen werden organisiert und für jeden Mitarbeiter griffbereit abgelegt und beschriftet.

**Shitsuke**, das letzte der 5S Methode steht für die ständige Verbesserung und Einhaltung der definierten Standards

Nachstehende Abbildung 30 zeigt den Regelkreis dieser Methode, dabei ist deutlich zu erkennen, dass diese Methode von der ständigen Verbesserung lebt.



Abbildung 31: 5S Regelkreis Boehlerit

Durch die Methode hat sich sehr schnell ein große Verbesserung des Arbeitsplatzes eingestellt. Nachfolgende Bilder zeigen einen Einblick in die Ausgangssituation und den neu gestalteten Bereich. Wobei das linke Bild für die Ausgangssituation und das rechte für die bereits umgesetzten Maßnahmen steht.

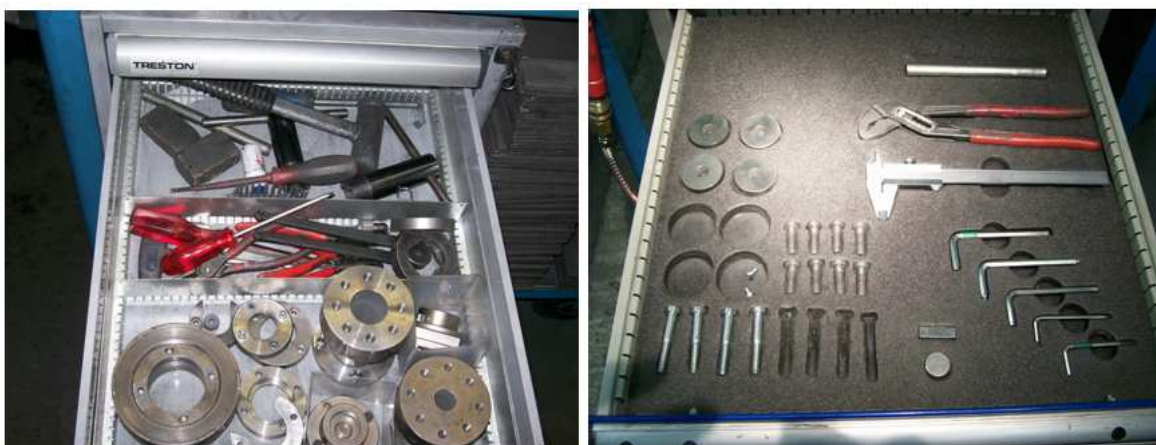


Abbildung 32: Werkzeuglade vor 5S und nach 5S



Alle nicht benötigten Werkzeuge und Ersatzteile werden aussortiert und neu organisiert. Werkzeug wird in dafür vorgesehene Ausnehmungen geordnet abgelegt und ist dadurch mit einer Handbewegung zu erreichen und griffbereit.

Auch Stolperfallen wie lose Kabel und Luftschläuche werden neu verlegt oder an andere Positionen montiert. Somit ist ein sauberer und übersichtlicher Arbeitsplatz entstanden. Dieser wird auch weiterhin mittels der 5S Methode beobachtet und verbessert.

Durch Vergabe einer Maschinenpatenschaft wird eine klare Zuständigkeit des Arbeitsplatzes realisiert. Diese regelt die Wartungs- und Reinigungsroutine der Anlage. Abbildung 31 zeigt die Patenschaft der Analysierten Anlage.

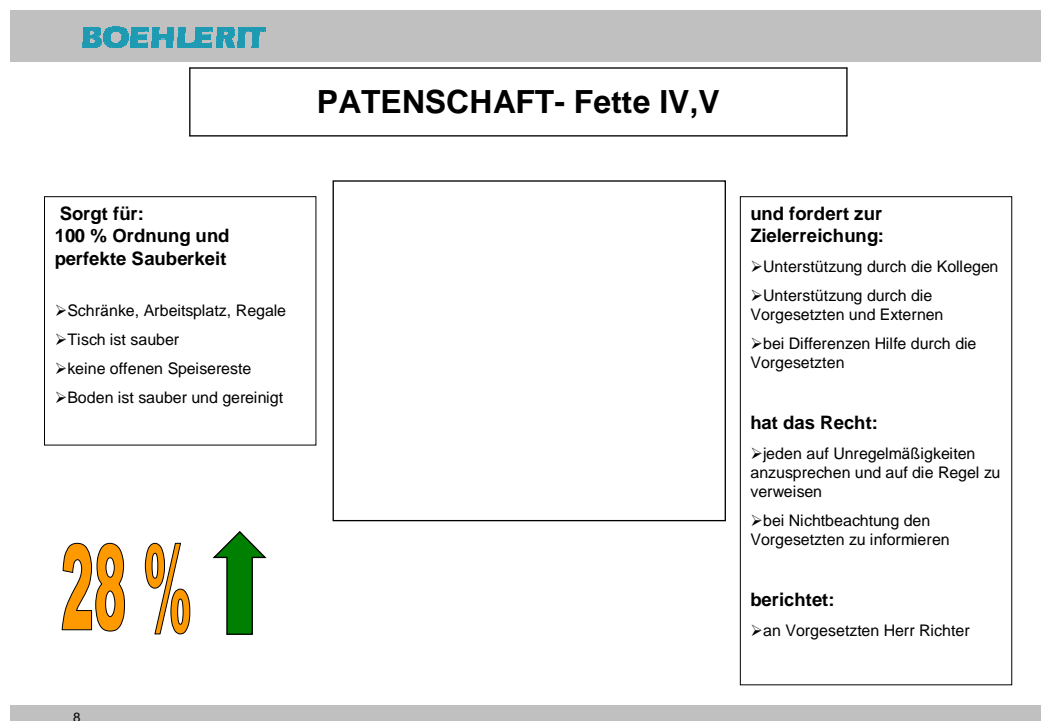


Abbildung 33: Maschinenpatenschaft

### 6.3.3 Rüstprozess erproben und implementieren

Nach erfolgreicher Umsetzung aller Maßnahmen wird durch Schulung der neue Rüstprozess verankert und im täglichen Ablauf umgesetzt. Dabei ist eine Arbeitsmappe mit den einzelnen Prozessschritten an jeden Mitarbeiter der diese Anlage umrüstet ausgehändigt worden. Auch ist eine Arbeitsanweisung durch das Qualitätsmanagement erstellt und im Qm-System dem Prozess zugewiesen.

Die Erprobung des neuen Prozess ist durch die Begleitung des SMED – Teams realisiert und verankert worden. Hilfestellung zu den einzelnen Prozessschritten und geänderten Abläufen wird durch den Vorarbeiter in der Direktpresserei gegeben.

Die Wirksamkeit des neuen Prozesses wird durch ein Kennzahlensystem das gestützt auf das Betriebsdatenerfassungssystem aufgebaut ist, durch Abgleich von Sollzeiten mit den Istzeiten täglich geprüft. Hohe Abweichungen zur Sollzeit können daher zeitnah geprüft und analysiert werden. Nachfolgende Abbildung zeigt einen Screenshot dieser Kennzahl. Dabei ist es möglich die Daten täglich, wöchentlich oder monatlich auf Maschinenebene herabzubrechen.

#### **Ergebnis:**

Die Rüstzeit konnte durch die oben durchgeführten Maßnahmen um einen zweistelligen Prozentsatz gesenkt werden. Dabei wurde der Arbeitsplatz organisiert und neu gestaltet. Die Ergebnisse wurden mittels BDE überprüft und aufgezeichnet. Diese kann direkt der Losgröße zugewiesen werden. Die neue Zeitvorgabe wurde anhand einer Vorgabematrix in der Kalkulation und Arbeitsvorbereitung implementiert. Abbildung 35 zeigt die Änderungen der Vorgabematrix. Der grün markierte Bereich visualisiert die geänderten Rüstvorgaben.

# Direkt - Pressen ( KST 7933 )

## Presszeitentabelle

Stand vom 27.06.2012						Presszeit/Zykluszeit		
Aggregat-Gruppe	Prozess-Arbeitsverfahren	Firmenbez.od. Typengleiche Anlage	Arbeitsplatz-Nummer NEU	Rüstzeit "tr" in min.		Presshöhe < Pressquerschnitt (z.B. WSP)	Presshöhe > Pressquerschnitt (z.B. Stifte)	Sonderpressformen
4	Pressen - Direkt 4t	Dorst TPA4	4010102	Vorbauen 18 5	Rüsten in Maschine 40 5	1-fach Werkzeug 0,13 5	1-fach Werkzeug 0,15 5	1-fach Werkzeug 0,16 5
	Pressen - Direkt 4t	Dorst TPA5 mit Schunk	4010303					
	Pressen - Direkt 4t	Dorst TPA6 mit Föhrenbach	4010401					
	Pressen - Direkt 4t	Atlas MPA6 mit Schunk	4010501					
B	Pressen - Direkt 4t	Atlas MPA6 mit Ziehstein-Automat	4010601	Türkel		Ziehsteine 0,45 4		
Z	Pressen - Direkt 12t	Dorst TPA 12 mit Schunk	4020101	Vorbauen 22 5	Rüsten in Maschine 40 5	0,13 5	0,15 5	0,16 5
	Pressen - Direkt 12t	Dorst TPA 12 mit Schunk	4020103					
	Pressen - Direkt 12t	Dorst TPA15/10 mit Schunk	4020201					
	Pressen - Direkt Hydr. 12t	Osterwalder CA-NC120 I alt mit Schunk	4040301					
H	Pressen - Direkt Hydr. 12t	Fette MP 120 I mit Schunk	4040101	55 5	Querstift 270 5 Dübelbohrer 270 5	1-fach Werkzeug 0,13 5 3-fach Werkzeug f. Matrice 2325B/C/D Artikel ZG.206.125.701 (Osterwalder I) 0,06 5 4-fach Werkzeug f. Matrice 2670A / Artikel PCB 25201 (Fette) 0,04 5 Querstift (Fette) 0,66 4 Dübelbohrer (Osterwalder I) 0,23 4	1-fach Werkzeug 0,15 5	1-fach Werkzeug 0,16 5
	Pressen - Direkt Hydr. 12t	Fette MP 120 II mit Roboworker	4040201					
	Pressen - Direkt Hydr. 12t	Fette MP 120 III mit Roboworker	4040202					
	Pressen - Direkt Hydr. 12t	Fette MP 120 IV mit Roboworker	4040203					
	Pressen - Direkt Hydr. 12t	Fette MP 120 V mit Roboworker	4040204					
	Pressen - Direkt Hydr. 12t	Osterwalder CA-NC120 II neu mit Osterwalder	4040401					
F	Pressen - Direkt 45t	Dorst TPA45	4030101	Vorbauen 35 5	Rüsten in Maschine 55 5	0,15 5	0,23 5 (und Teile ab 100g)	0,31 5
M	Pressen - Direkt Hydr. 50t	Fette MP500 mit Roboworker RA6 12	4050101	100 4 geteilter Unterstempel 240 2		0,15 5	0,15 5	0,31 5 5
Bemerkung								
1 It. Auswertung Ist-Rüstzeit Aufschreibungen vom 01.08. - 12.10.2007						4 It. Ist-Analyse Presserei vom 21.05.2008		
2 It. Presserei Basisdaten Dr. Feistritzer vom 05.04.2007						5 It. Pressstückzahlerfassung Presserei vom 09.07.2007 - 29.02.2008		
3 It. Presszeitentabelle Walter Dobler vom 20.09.2005 (Zusammenfassung Refa Studie Hr. Hoffmann und ZWM)						6 It. SMED Projekt Herr Richter Juni 2012		

Abbildung 34: Geänderte Rüstzeitvorgabematrix

Um die Umsetzung und Einhaltung der neuen Vorgabezeiten auch überprüfen zu können, wurde eine Auswertemöglichkeit im BDE – System programmiert. Dabei wird die Sollzeit mit der Istzeit verglichen und die Abweichung in Prozent ausgegeben. Dadurch ist es möglich jeden einzelnen Auftrag auf Meldefehler zu überprüfen. Auch ist es möglich die Gesamtfertigungsdauer zu überprüfen. Dabei ist eine Kennzahl zur Steuerung der Abteilung entstanden.

End-termin Ist	Be- reich	Soll- Pool Nr	Ar- beits- platz Ist	Auftrag	Material Nr	Materialbezeichnung	AFO	Gut- menge (IST)	Aus- schuss- menge (IST)	Gesamt- menge [er- rechnet]	VG Zeit te	Ruest Soll [min]	Ruest IST [min]	Ab- weich- ung in % (Rüsten)
22.06.12	PTW	1021100	1021102	1631787	6401026	ADHT110305FRALCLV610	0020	308	22	330	0,13	50	54	9%
23.06.12		1021100		1633098	6447734	996/ZS202037438HB20	0020	529	30	559	0,13	50	11	-78%
25.06.12		1021200		1631091	6415658	U19 S=2-0 HB10	0020	440	20	460	0,13	50	52	3%
22.06.12		1021100		1633331	6403382	DCGT070204BALLW610	0020	469	60	529	0,13	50	56	11%
26.06.12		1021100	1021104	1628241	7012849	RW990000011LW610	0020	2.856	156	3012	0,13	50	0	-99%
22.06.12		1021100		1633156	6105612	Rohling HB10F CN 08 03 LW610	0020	786	24	810	0,13	50	36	-28%
22.06.12		1021100		1632964	6427162	FP11-5-K10HB10 2050896	0020	1.050	24	1074	0,13	50	0	-99%
25.06.12		1021200	1021200	1632222	5033893	WP-1185-11 WS10F00-Basis	0020	1	0	1	0,13	50	0	-100%
25.06.12		1021200	1021201	1614046	6412616	LPEX 220616-01015-04 VA583	0020	3.168	77	3245	0,13	50	60	20%
26.06.12		1021200		1633147	6412616	LPEX 220616-01015-04 VA583	0020	3.168	97	3265	0,13	50	0	-100%
22.06.12		1021200		1628218	6409022	5116_22X12X2,02HB30F	0020	312	19	331	0,13	50	0	-100%
23.06.12		1021200		1628509	6413519	BM42421R331	0020	320	40	360	0,13	50	50	-1%
21.06.12		1021200		1625044	6406906	SNMM190612BRLC235C_Tenaris	0020	198	13	211	0,13	50	69	39%
22.06.12		1021200		1632307	6443831	RNMH2008BMLH1LC218E	0020	138	10	148	0,12	50	26	-49%
23.06.12		1021200		1632694	6413519	BM42421R331	0020	640	10	650	0,13	50	0	-100%
22.06.12		1021200		1632524	9072639	RNMH2008BMS108R635	0020	110	15	125	0,13	50	17	-67%
22.06.12		1021200		1633342	6409025	5159_22X19X2R1HB30F	0020	312	60	372	0,13	50	0	-99%
25.06.12		1021200		1626836	9203919	VVSP LNHQ 1206 LC630XT	0020	528	87	615	0,13	50	0	-100%
22.06.12		1021200		1624103	9003069	RNMH2008BMS108R421	0020	204	32	236	0,13	50	0	-99%
23.06.12		1021200	1021203	1632638	5028320	TPEX3307270300004LCP37M	0020	4.123	494	4617	0,13	50	0	-99%
26.06.12		1021200		1631686	6415163	LPHX2004ZZRR331	0020	880	99	979	0,13	50	26	-47%
25.06.12		1021200		1624357	5022470	TNMA220408LC620H TAG TURB	0020	531	25	556	0,13	50	1	-99%
25.06.12		1021200		1633128	6129134	Halbzeug I KBF WP 23 s=3,02 LV	0020	336	27	363	0,13	50	0	-100%
25.06.12		1021200		1633809	9072251	BM34797S35HB30F	0020	354	55	409	0,13	50	0	-100%

Abbildung 35: Auszug Kennzahl Soll-IST-Vergleich

## 7 Erfassen der vom Markt geforderten Losgröße

Grundlage dafür bilden die gefertigten Aufträge aus den letzten 12 Monaten die über die Direktpresserei gelaufen sind. Dabei wird aus dem SAP – System mittels einer Abfrage eine Auftragsliste aller gefertigten Fertigungsaufträge gezogen und in einer Excelliste abgebildet. Diese Liste wird der Diplomarbeit in der Anlage angehängt. Die Aufstellung wird aus dem SAP geladen und in eine Exceltabelle gespielt und ausgewertet.

### 7.1 ABC – Analyse von den in den letzten 12 Monaten gefertigten Fertigungsaufträgen

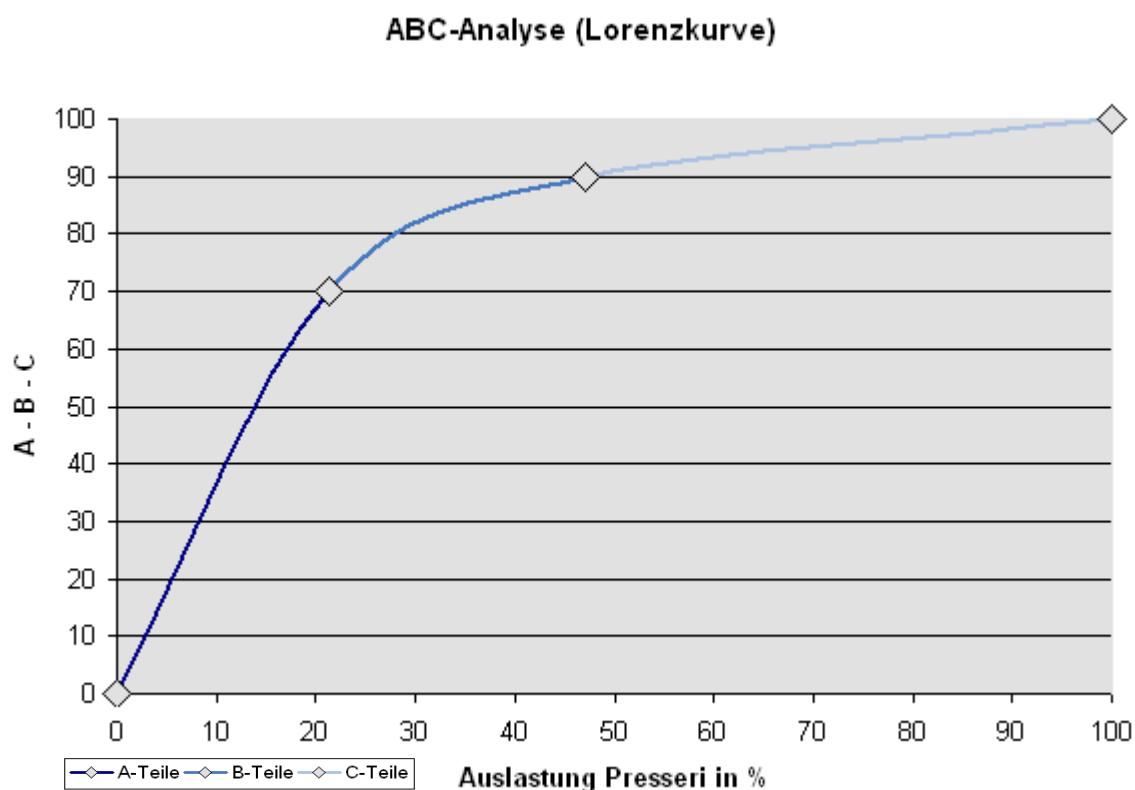
Im ersten Schritt der Analyse wird die Fertigungslosgröße analysiert. Dabei werden die Fertigungsaufträge nach Mengen-Auftragsanzahl-Relation geclustert. In der Analyse wird die 70/20/10 Regel angewendet. Es wurden in diesem Zeitraum 8201 Fertigungsaufträge gefertigt. Dabei wurden hausinterne Versuchs- und Freigabepressungen nicht berücksichtigt.

Die Analyse wird wie folgt geclustert. Stückzahl-sortierung erfolgt in aufsteigender Reihenfolge und wird danach mit der 70 – 20 – 10 Prozent Regel in die einzelnen Klassen unterteilt. Nach erfolgter Unterteilung wird aus den einzelnen Klassen ein Losgrößenmittelwert herangezogen. Dieser wird auch für die Bildung der neuen Losgröße herangezogen.

#### Ergebnis

- Gefertigte Aufträge im analysierten Zeitraum = 8201 Fertigungsaufträge
- Versuchsaufträge und Freigabepressungen wurden ausgeschlossen
- **Kasse A:** 5740 Fertigungsaufträge haben eine durchschnittliche Losgröße von 570 Stück
- **Klasse B:** 1640 Fertigungsaufträge haben eine durchschnittliche Losgröße von 2385 Stück
- **Klasse C:** 821 Fertigungsaufträge mit einer durchschnittlichen Losgröße von 9864 Stück

Um das Analyseergebnis besser darstellen zu können, wird eine Lorenzkurve gebildet. Dabei kann im Allgemeinen festgestellt werden, dass der Großteil der Aufträge im unteren Losgrößenbereich liegt und somit zu einem erhöhten Rüstaufwand führt. Genauer gesagt können die Fertigungsaufträge der Klassen B und C außer Achtung gelassen werden. Die Fertigungslosgrößen der Klasse A sind jene mit dem prozentuell größten Rüstaufwand, sind aber im Gegenzug dazu diejenigen mit der geringsten Stückzahl. Somit wirkt sich bei dieser Gruppe die Rüstzeitoptimierung am meisten aus. Auswirkung ist in Punkt 8.1 genauer erläutert.



**Abbildung 36: Lorenzkurve ABC Analyse**

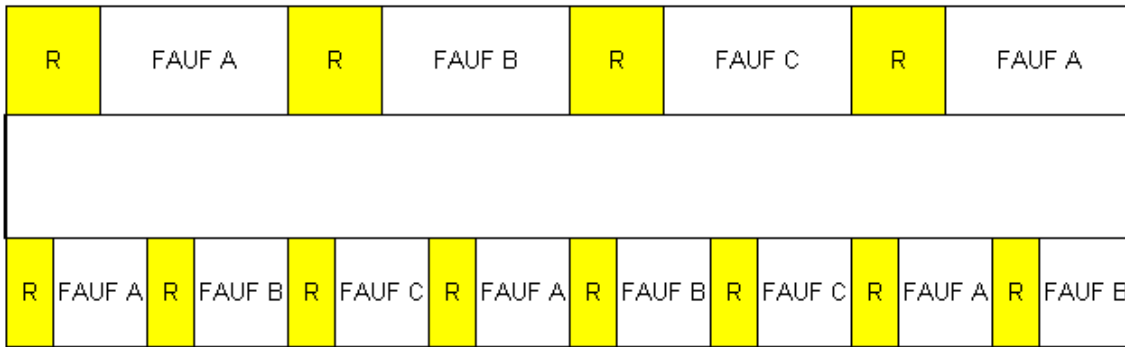
## **8 Ermittlung der Losgröße in Abstimmung auf die neuen Rüstkosten**

Aufgrund der wirtschaftlichen Situation wird der Druck auf Kosteneffizienz immer höher. In der Losgrößenbildung verbirgt sich daher ein sehr hohes Einsparungspotential welches nicht außer Achtung gelassen werden sollte.

### **8.1 Rahmenbedingungen zur Umsetzung der neuen Losgröße**

Da die Losgrößenpolitik im Unternehmen bereits von der Disposition gesteuert und somit im Hinblick auf minimalen Lagerbestand ausgerichtet ist, kann durch die Verringerung der Rüstzeit auch eine Verkleinerung der Losgröße angestrebt werden. Dadurch werden Lagerkosten und Wiederbeschaffungszeit verringert.

Bildet man von jedem Fertigungsauftrag den prozentuellen Rüstanteil, so kann man unter gleichbleibendem Verhältnis die Fertigungslosgröße verkleinern. Dabei werden eine verbesserte Auftragsabarbeitung und eine Verkürzung der Reaktionszeit erreicht. Nachfolgende Abbildung veranschaulicht die Situation.



R... Rüstvorgang  
FAUF... Fertigungsauftrag

**Abbildung 37: Grafische Darstellung der Situation**

Durch Verkleinerung des Rüstanteils können Losgrößen reduziert und in kürzeren Abständen neu gefertigt werden. Dabei bleibt der Anteil der gesamten Rüstoperationen zum gleichen Prozentsatz aufrecht. Durch das Eintakten kleinerer Losgrößen können diese mit verkürzter Durchlaufzeit geplant und abgearbeitet werden. Die Anlagenplanung kann dadurch flexibler und schneller auf Wünsche des Kunden eingehen. Die Anlagenverfügbarkeit wirkt sich dadurch positiver auf die Fertigungsplanung aus.

#### **Vorteile:**

- Häufigeres Rüsten
- Kleinere Losgrößen
- Flexibleres Fertigungsprogramm
- Bessere Kapazitätsnutzung



## 8.2 Ergebnis

Durch die Reduzierung der Rüstkosten konnte die Fertigungslosgröße um den gleichen prozentuellen Anteil verringert werden, wobei sich dies positiv auf die Reaktionszeit der Fertigung auswirkt. Es werden mehr Aufträge bei gleicher Auslastung abgearbeitet. Kundenwünsche mit kleineren Losgrößen können flexibler und mit weniger Rüstaufwand abgearbeitet werden.

Durch die Reduzierung der Rüstkosten um 32 % können auch die Fertigungslosgrößen verringert werden. Ausgehend von der ABC – Analyse reduzieren sich die mittleren Fertigungslosgrößen wie folgt.

- **Klasse A:** von 570 Stück auf 388 Stück
- **Klasse B:** von 2385 Stück auf 1622 Stück
- **Klasse C:** von 9864 Stück auf 6707 Stück

Nach erfolgreicher Umsetzung hat sich eine bedeutend bessere Abarbeitungssituation eingestellt. Fertigungsaufträge werden in immer kürzeren Abständen in die Produktion eingetaktet. Die Produktion erweist sich dadurch flexibler auf Wünsche einzugehen. Auch kleinere Stückzahlen werden kostengünstiger erzeugt.



## 9 Zusammenfassung

Der Kunde steht im Mittelpunkt. Der Markt fordert eine flexiblere Fertigung und kürzere Reaktionszeiten. Um diese Forderungen in einem stetig wachsenden Unternehmen umsetzen zu können, muss jeder einzelne Prozess analysiert und überarbeitet werden. Vorgaben und Leitfäden werden dabei immer wichtiger.

Dabei sollte der Einsatz von bewährten Methoden wie in der Diplomarbeit teilweise vorgestellt (SMED, 5S) nicht außer Acht gelassen werden. Methodenkompetenz wird durch Schulungen und Praxisübungen erlangt. Diese müssen aber Seitens der Unternehmensführung getragen und unterstützt werden. Auch eine Verankerung in den jeweiligen Führungsebenen heruntergebrochen bis zur Vorarbeiterebene ist dabei äußerst wichtig. Methoden leben nur wenn sie von den Ausführenden gelebt und eingesetzt werden.

Auch bewährte Analyseverfahren wie die ABC-Analyse sind sehr hilfreich bei der Ableitung von Forderungen und Überwachung von Zielvorgaben. Wobei Zielvorgaben ständig durch Vorgesetzte überprüft werden und diese gegebenenfalls Hilfestellung bei der Erreichung geben. Nur wenn Ziele erreichbar sind, tragen diese zur ständigen Verbesserung der Abläufe und Prozesse des Unternehmens bei. Man spricht von sogenannten SMART'en Zielen. SMART sind jene Ziele die erreichbar sind, aber auch einen gewissen Anspruch zur Erreichung stellen. Ein Ziel sollte deshalb von jedem Mitwirkenden als solches anerkannt und getragen werden.

Durch Reduzierung der Rüstzeiten wurde eine Steigerung der Maschinenverfügbarkeit ermöglicht. Auch die Reaktionszeit der Anlagen hat durch die Optimierung eine positive Wende erfahren. Die Veränderung der Auftragseinstellung und Auftragsplanung ermöglicht eine flexiblere und schnellere Fertigung. Neben den Vorteilen der Auftragssteuerung ist die Dokumentation des Prozessablaufes ein weiteres positives Ergebnis. Durch diese ist es möglich die Einführungszeit neuer Mitarbeiter wesentlich zu verkürzen. Mitarbeiterschulungen können professioneller und gezielter durchgeführt werden.

Da der Rüstkostenanteil im direkten Zusammenhang mit der Rüstzeit steht, kann die Zeiterparnis direkt mit der Losgröße und somit der Kalkulation neuer Aufträge zusammengeführt werden. Ein kürzerer Anlagenstillstand ergibt somit einen geringeren Rüstanteil je Fertigungsauftrag. Durch Angleichung der Losgröße ist es möglich den Rüstanteil beizubehalten, doch die Fertigungslosgröße reduziert sich dadurch bedeutend.

Um die Maßnahmen überprüfen zu können, ist die Bildung einer Kennzahl unumgänglich. Wichtig ist immer die Quelle der Daten zu kennen und zu hinterfragen. Kennzahlen sind ein wesentlicher Bestandteil eines modernen Unternehmens. Ziele und Ergebnisse können dadurch dokumentiert und nachgewiesen werden. Auch Veränderungen positiver als auch negativer Art werden durch laufende Überprüfung sichtbar gemacht.

Ein wesentlicher Vorteil, den die Rüstop Optimierung mit sich bringt, ist jener der möglichen Bestandsreduktion des Semi- und Fertigwarenlagers. Denn die Verkleinerung der Losgröße und Verkürzung der Rüstzeit kann auch die Wiederbeschaffungszeit reduziert werden. Dies bringt eine Reduzierung der Bestände mit sich, und zwar durch eine Verkleinerung der Fertigungslosgröße. Einen Leitfaden bildet dabei die verfasste Diplomarbeit zur Reduktion der Rüstkosten mittels Rüstop Optimierung.

## 10 Ausblick

Um als mittelständiges Unternehmen langfristig und auch gewinnbringend wirtschaften zu können, wird die Flexibilität und Schnelligkeit einen Fertigungsauftrag abarbeiten zu können immer wichtiger.

Betrachtet man das Beispiel der Wirtschaftsmächte China oder Japan genauer in Betrachtung, so wird die Kosteneffizienz immer wichtiger. Da Geld und Arbeitskraft bei uns nicht im Überfluss vorhanden sind, werden Themen wie jene der flexiblen und schnellen Bereitstellung von Waren unter Einsatz weniger Geldmittel immer wichtiger. Dabei stehen Verbesserung und Nachhaltigkeit im Mittelpunkt.

Für Boehlerit ist es wichtig, den eingeschlagenen Weg des LEAN Denkens weiterhin im Focus zu behalten und umzusetzen. Nur durch den Weg nach vorne ist die Sicherung des Standortes Kapfenberg im Herzen Europas gewährleistet. Auch einem weiteren Gewinn einzelner Marktanteile steht dadurch nichts im Wege.



# Literatur

- [1] **Schulte Christof**  
**Logistik** Wege zur Optimierung der Supply Chain  
© Verlag Franz Vahlen GmbH, 5 überarbeitete und erweiterte Auflage, S295, S296, S398, S311
- [2] **Pfohl Hans-Christian**  
**Logistiksysteme** Betriebswirtschaftliche Grundlagen  
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010, 8 neu bearbeitete und aktualisierte Auflage, S30, S31, S88, S89, S96
- [3] **Jodlbauer Herbert**  
**Produktionsoptimierung** Wertschaffende sowie kundenorientierte Planung und Steuerung  
© Springer-Verlag 2007, 1 Auflage, S63, S64, S67, S222
- [4] **Prof. Dr. Gunnar Köbernik**  
**Vorlesung Logistik**  
Skript Beschaffungslogistik 2009, S68, S69, S70,
- [5] [www.wikipedia.at](http://www.wikipedia.at),  
**Die freie Enzyklopädie**  
Suchbegriff „Losgrößen“, am 01.06.2012





# Anlagen

Kalkulationsmatrix mit der alten Rüstzeitvorgabe.....	A-I
SMED Rüstprozessschritte.....	A-II
Datentabelle Fertigungsaufträge .....	A-III
Grafik Zeitdiagramm Rüstabfolge .....	A-III
Kalkulationsmatrix mit der neuen Rüstzeitvorgabe.....	A-II
Datentabelle Soll – Istvergleich der Rüstzeiten.....	A-II



# Anlagen, Kalkulationsmatrix mit der alten Rüstzeitvorgabe

Direkt - Pressen ( KST 7933 )  
Presszeitentabelle

Aggregat-Gruppe	Prozess-Arbeitsverfahren	Firmenbez.od. Typengleiche Anlage	Arbeitsplatz-Nummer NEU	Rüstzeit "tr" in min.		Presszeit/Zykluszeit		
						Presshöhe < Pressquerschnitt (z.B. WSP)	Presshöhe > Pressquerschnitt (z.B. Stifte)	Sonderpressformen
4	Pressen - Direkt 4t	Dorst TPA4	4010102	Vorbauen 25 ①	Rüsten in Maschine 50 ①	1-fach Werkzeug 0,13 ⑤	1-fach Werkzeug 0,15 ⑤	1-fach Werkzeug 0,16 ⑤
	Pressen - Direkt 4t	Dorst TPA5 mit Schunk	4010301			2-fach Werkzeug 0,08 ⑤	2-fach Werkzeug 0,09 ⑤	2-fach Werkzeug 0,10 ⑤
	Pressen - Direkt 4t	Dorst TPA5	4010302					
	Pressen - Direkt 4t	Dorst TPA5 mit Schunk	4010303					
	Pressen - Direkt 4t	Dorst TPA6 mit Föhrenbach	4010401					
	Pressen - Direkt 4t	Atlas MPA6 mit Schunk	4010501					
B	Pressen - Direkt 4t	Atlas MPA6 mit Ziehstein-Automat	4010601	360 ②		Ziehsteine 0,45 ④		
Z	Pressen - Direkt 12t	Dorst TPA 12 mit Schunk	4020101	Vorbauen 30 ①	Rüsten in Maschine 50 ①	0,13 ⑤	0,15 ⑤	0,16 ⑤
	Pressen - Direkt 12t	Dorst TPA 12 mit Schunk	4020102					
	Pressen - Direkt 12t	Dorst TPA 12 mit Schunk	4020103					
	Pressen - Direkt 12t	Dorst TPA15/10 mit Schunk	4020201					
	Pressen - Direkt 12t	Dorst TPA 15/3 mit Schunk	4020301					
H	Pressen - Direkt Hydr. 12t	Fette MP 120 I mit Schunk	4040101	80 ①  Querstift 360 ②  Dübelbohrer 360 ②		1-fach Werkzeug 0,13 ⑤	1-fach Werkzeug 0,15 ⑤	1-fach Werkzeug 0,16 ⑤
	Pressen - Direkt Hydr. 12t	Fette MP 120 II mit Roboworker	4040201			3-fach Werkzeug f. Matrice 2325B/C/D Artikel ZG.206.125.701 (Osterwalder I) 0,06 ⑤ 4-fach Werkzeug f. Matrice 2670A / Artikel PCB 25201 (Fette) 0,04 ⑤  Querstift (Fette) 0,66 ④ Dübelbohrer (Osterwalder I) 0,23 ④		
	Pressen - Direkt Hydr. 12t	Fette MP 120 III mit Roboworker	4040202					
	Pressen - Direkt Hydr. 12t	Fette MP 120 IV mit Roboworker	4040203					
	Pressen - Direkt Hydr. 12t	Fette MP 120 V mit Roboworker	4040204					
	Pressen - Direkt Hydr. 12t	Osterwalder CA-NC120 I alt mit Schunk	4040301					
	Pressen - Direkt Hydr. 12t	Osterwalder CA-NC120 II neu mit Osterwald	4040401					
F	Pressen - Direkt 45t	Dorst TPA45	4030101	Vorbauen 55 ①	Rüsten in Maschine 55 ①	0,15 ⑤	0,23 ⑤ (und Teile ab 100g)	0,31 ⑤
M	Pressen - Direkt Hydr. 50t	Fette MP500 mit Roboworker RA6 12	4050101	100 ① geteilter Unterstempel 240 ②		0,15 ⑤	0,15 ⑤	0,31 ⑤

## Bemerkung

① lt. Auswertung Ist-Rüstzeit Aufzeichnungen vom 01.08. - 12.10.2007

② lt. Presserei Basisdaten Dr. Feistritzer vom 05.04.2007

③ lt. Presszeitentabelle Walter Dobler vom 20.09.2005 (Zusammenfassung Refa Studie Hr. Hoffmann und ZWM)

④ lt. Ist-Analyse Presserei vom 21.05.2008

⑤ lt. Pressstückzählerfassung Presserei vom 09.07.2007 - 29.02.2008

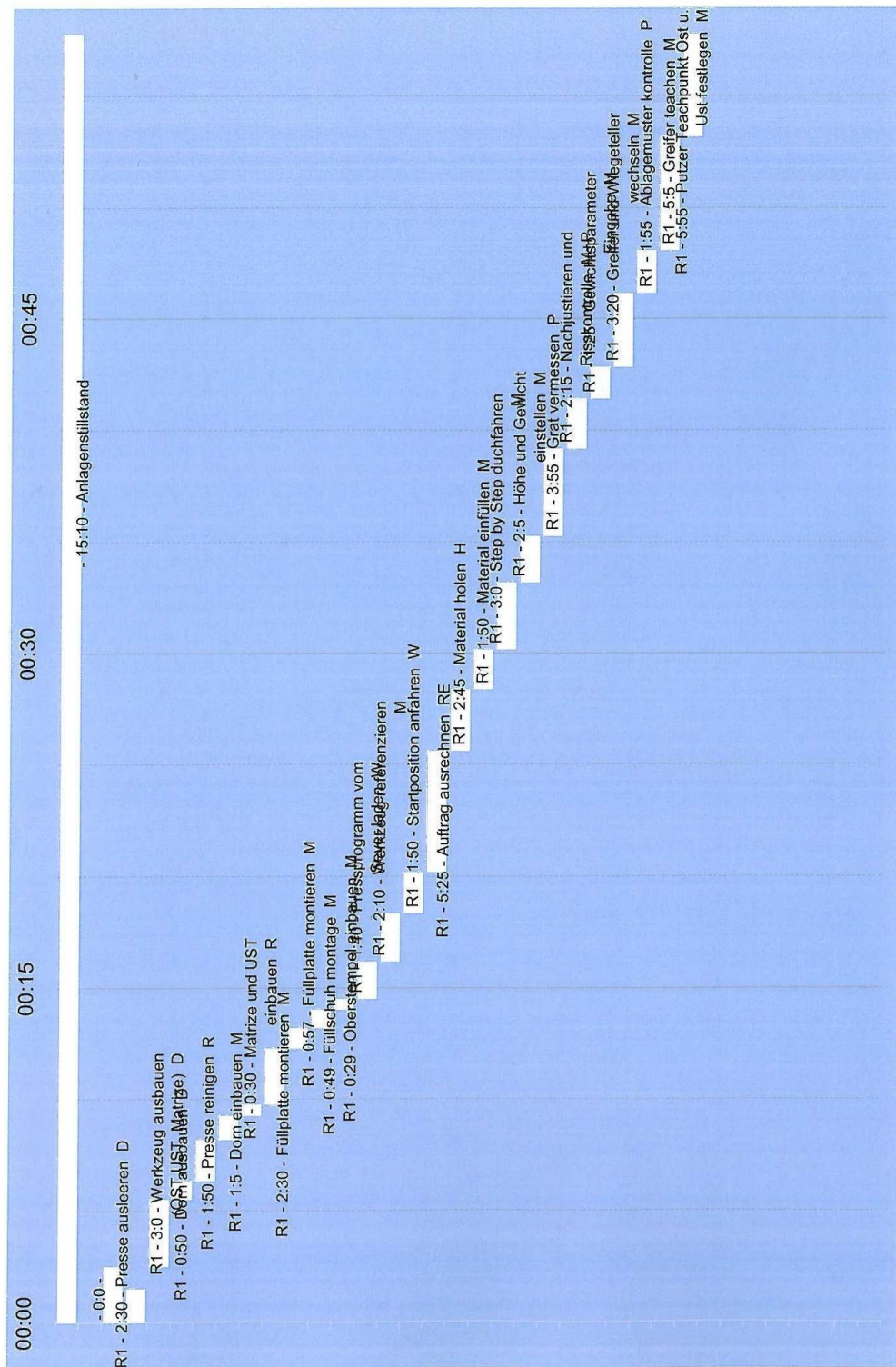
# Anlagen, SMED Rüstprozessschritte

1:16:40				Beobachtung (Ausgangszustand)			intern / extern		MA		MA		Bemerkung(en)
Nr.	Elven	Elven	Elven	Rüsttätigkeit	Start	Ende	Dauer (Minuten)						
				Anlagenstillstand	0:00:00	1:15:10	1:15:10						
													M = Rüsten
PR	D			Presse ausleeren	0:00:00	0:02:30	0:02:30		R1				RE = Rechnen
PR	D			Presse ausleeren	0:00:00	0:01:30	0:01:30		R2				
PR	D			Werkzeug ausbauen (OST,UST,Matrize)	0:02:30	0:05:30	0:03:00		R1				ST = Störung
PR	D			Dorn ausbauen	0:05:30	0:06:20	0:00:50		R1				H = Holen
PR	R			Presse reinigen	0:06:20	0:08:10	0:01:50		R1				D = Demontage
PR	M			Dorn einbauen	0:08:10	0:09:15	0:01:05		R1				W = Warten
PR	R			neues Werkzeug reinigen	0:09:15	0:09:45	0:00:30		R1				R = Reinigen
PR	M			Matrize und UST einbauen	0:09:45	0:12:15	0:02:30		R1				P = Prüfen
PR	M			Füllplatte montieren	0:12:15	0:13:12	0:00:57		R1				
PR	M			Füllschuh montage	0:13:12	0:14:01	0:00:49		R1				
PR	M			Oberstempel einbauen	0:14:01	0:14:30	0:00:29		R1				
PR	W			Pressprogramm vom Sever laden	0:14:30	0:16:10	0:01:40		R1				
PR	M			Werkzeug referenzieren	0:16:10	0:18:20	0:02:10		R1				
PR	W			Startposition anfahren	0:18:20	0:20:10	0:01:50		R1				

# Anlagen, Datentabelle Fertigungsaufträge

A	B	C	D	E	F
Auftrag	Materialnummer	Profitcenter	Materialkurztext	Auftragsmenge (GMEIN)	Mengeneinheit (=GMEIN)
1568833	6416547	20006244	43X43X20 BM45925	105	ST
1571452	6447503	20006244	130000214_14X10.5x2.5HB20TP2020	105	ST
1570426	6105442	20006342	Rohling HB10F SN 15 05 LW610	105	ST
1570366	5028164	20006345	VP-ODMW060508SN VA1467_W1-1071	105	ST
1571542	5012627	20006345	D-21-1069-00, VA1377 8032.497	105	ST
1563524	2141067	20006342	GWF. HPF-ROHLING 1011-67	105	ST
1569730	6421276	20006244	37702624/77138452047280SBFMOD	105	ST
1570140	6412978	20006342	522813 K01F HB01F PT Blankett	105	ST
1575707	5028164	20006345	VP-ODMW060508SN VA1467_W1-1071	105	ST
1575709	5028156	20006345	VP-ODMW060508SN VA1466_W1-1070	105	ST
1572220	9150394	20006345	SDMX250616R105LC225N 646002-35.334	105	ST
1567473	9179817	20006342	105001146_40X47.8X3.02HB30FTP2000	105	ST
1572649	9120707	20006345	D21131800R88033.122VA582	105	ST
1575300	6415772	20006345	ZG35318R432	105	ST
1579601	6444030	20006345	D21140701VA904	105	ST
1564238	7016357	20006345	WPB 20 AF 30 LC610Z	105	ST
1574106	6415771	20006345	ZG35317R432	105	ST
1579595	6444051	20006345	D2181002VA904	105	ST
1579605	5021166	20006345	D-21-1645-00 LCP35C	105	ST
1574995	9005580	20006345	SEHW120404SNLC444W	105	ST
1579210	6434644	20006244	BM46555 /SK4096/8 SR2 AR10 EB40	105	ST
1574430	9197453	20006244	BM 47420 Rev.1, HB 40F (3,15x18,57x77)	105	ST
1567960	6105613	20006342	Rohling CN 08 03 LW220 ( P20 )	105	ST
1576993	5027733	20006345	VP-JNGF-2012-BML-H1LCP15T_W1-3068	105	ST
1576994	5027734	20006345	VP-JNGF-2012-BML-M1LCP15T_W1-3069	105	ST
1576996	5027735	20006345	VP-JNGF-2012-BML-W1LCP15T_W1-3070	105	ST
1580529	5030978	20006345	D-21-1672-00 LCP35C 8067.613	105	ST
1581254	6401773	20006342	BM47747NHB10F	105	ST
1566717	5006602	20006234	130036826	105	ST
1579603	5021167	20006345	D-21-1415-01 LCP35C	105	ST

# Anlagen, Grafik Zeitdiagramm Rüstabfolge



C:\Daten\Eigene Dateien\SIX SIGMA\SMED\_Presserei\_FETTE\_MP120\_111122

# Anlagen, Kalkulationsmatrix mit neuer Rüstzeitvorgabe

Direkt - Pressen ( KST 7933 )			
Presszeitentabelle			
Stand vom 27.06.2012			
Aggregat-Gruppe	Prozess-Arbeitsverfahren	Firmenbez.od. Typengleiche Anlage	Arbeitsplatz-Nummer NEU
4	Pressen - Direkt 4t	Dorst TPA4	4010102
	Pressen - Direkt 4t	Dorst TPA5 mit Schenk	4010303
	Pressen - Direkt 4t	Dorst TPA6 mit Föhrenbach	4010401
	Pressen - Direkt 4t	Atlas MPA6 mit Schenk	4010501
B	Pressen - Direkt 4t	Atlas MPA6 mit Ziehstein-Automat	4010601
Z	Pressen - Direkt 12t	Dorst TPA 12 mit Schenk	4020101
	Pressen - Direkt 12t	Dorst TPA 12 mit Schenk	4020103
	Pressen - Direkt 12t	Dorst TPA15/10 mit Schenk	4020201
	Pressen - Direkt Hydr. 12t	Osterwalder CA-NC120 I alt mit Schenk	4040301
H	Pressen - Direkt Hydr. 12t	Fette MP 120 I mit Schenk	4040101
	Pressen - Direkt Hydr. 12t	Fette MP 120 II mit Roboworker	4040201
	Pressen - Direkt Hydr. 12t	Fette MP 120 III mit Roboworker	4040202
	Pressen - Direkt Hydr. 12t	Fette MP 120 IV mit Roboworker	4040203
	Pressen - Direkt Hydr. 12t	Fette MP 120 V mit Roboworker	4040204
	Pressen - Direkt Hydr. 12t	Osterwalder CA-NC120 II neu mit Osterwalder	4040401
F	Pressen - Direkt 45t	Dorst TPA45	4030101
M	Pressen - Direkt Hydr. 50t	Fette MP500 mit Roboworker RA6 12	4050101
Bemerkung			
<p>① lt. Auswertung Ist-Rüstzeit Aufzeichnungen vom 01.08. - 12.10.2007</p> <p>② lt. Presserei Basisdaten Dr. Feistritzer vom 05.04.2007</p> <p>③ lt. Presszeitentabelle Walter Dobler vom 20.09.2005 (Zusammenfassung Refa Studie Hr. Hoffmann und ZvM)</p> <p>④ lt. Ist-Analyse Presserei vom 21.05.2008</p> <p>⑤ lt. Pressstückzählerfassung Presserei vom 09.07.2007 - 29.02.2008</p> <p>⑥ lt. SMED Projekt Herr Richter Juni 2012</p>			

# Anlagen, Datentabelle Soll-Istvergleich Rüstzeiten

End-termin Ist	Be- reich	Soll- Pool Nr	Ar- beits- platz Ist	Auftrag	Material Nr	Materialbezeichnung	AFO	Gut- menge (IST)	Aus- schuss- menge (IST)	Gesamt- menge [er- rechnet]	VG Zeit te	Ruest Soll [min]	Ruest IST [min]	Ab- weich- ung in % (Rüsten)
22.06.12	PTW	1021100	1021102	1631787	6401026	ADHT110305FRALCLW610	0020	308	22	330	0,13	50	54	9%
23.06.12		1021100		1633098	6447734	996/ZS202037438HB20	0020	529	30	559	0,13	50	11	-78%
25.06.12		1021200		1631091	6415658	U19 S=2-0 HB10	0020	440	20	460	0,13	50	52	3%
22.06.12		1021100		1633331	6403382	DCGT070204BALLW610	0020	469	60	529	0,13	50	56	11%
26.06.12		1021100	1021104	1628241	7012849	RV990000011LW610	0020	2.856	156	3012	0,13	50	0	-99%
22.06.12		1021100		1633156	6105612	Rohling HB10F CN 08 03 LW610	0020	786	24	810	0,13	50	36	-28%
22.06.12		1021100		1632964	6427162	FP11-5-K10HB10 2050896	0020	1.050	24	1074	0,13	50	0	-99%
25.06.12		1021200	1021200	1632222	5033893	WP-1185-11 VWS10F00-Basis	0020	1	0	1	0,13	50	0	-100%
25.06.12		1021200	1021201	1614046	6412616	LPEX 220616-01015-04 VA583	0020	3.168	77	3245	0,13	50	60	20%
26.06.12		1021200		1633147	6412616	LPEX 220616-01015-04 VA583	0020	3.168	97	3265	0,13	50	0	-100%
22.06.12		1021200		1628218	6409022	5116_22X12X2,02HB30F	0020	312	19	331	0,13	50	0	-100%
23.06.12		1021200		1628509	6413519	BM42421R331	0020	320	40	360	0,13	50	50	-1%
21.06.12		1021200		1625044	6406906	SNMM190612BRLC235C_Tenaris	0020	198	13	211	0,13	50	69	39%
22.06.12		1021200		1632307	6443831	RNMH2008BMLH1LC218E	0020	138	10	148	0,12	50	26	-49%
23.06.12		1021200		1632694	6413519	BM42421R331	0020	640	10	650	0,13	50	0	-100%
22.06.12		1021200		1632524	9072639	RNMH2008BMS108R635	0020	110	15	125	0,13	50	17	-67%
22.06.12		1021200		1633342	6409025	5159_22X19X2R1HB30F	0020	312	60	372	0,13	50	0	-99%
25.06.12		1021200		1626836	9203919	VSP LNHQ 1206 LC630XT	0020	528	87	615	0,13	50	0	-100%
22.06.12		1021200		1624103	9003069	RNMH2008BMS108R421	0020	204	32	236	0,13	50	0	-99%
23.06.12		1021200	1021203	1632638	5028320	TPEx3307270300004LCP37M	0020	4.123	494	4617	0,13	50	0	-99%
26.06.12		1021200		1631686	6415163	LPHX2004ZZRR331	0020	880	99	979	0,13	50	26	-47%
25.06.12		1021200		1624357	5022470	TNMA220408LC620H TAG TURB	0020	531	25	556	0,13	50	1	-99%
25.06.12		1021200		1633128	6129134	Halbzeug I KBF WP 23 s=3.02 LV	0020	336	27	363	0,13	50	0	-100%
25.06.12		1021200		1633809	9072251	BM34797S35HB30F	0020	354	55	409	0,13	50	0	-100%



# Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Kapfenberg, 12.07.2012



Jürgen Richter